Digitized by Google

MANUALE

DI

FISIOLOGIA UMANA

PER GLI STUDENTI DI MEDICINA

DEL DOTTOR

RAFFAELE RENZONE

Con un Atlante di dieci tavole litografate

NAPOLI

1874

Digitized by Google

R. BIBL. NAZ.
Vitt. Emanuele III
Racc.
Paladino
B
116
NAPOLI

Digitized by Google

MANUALE

DI

FISIOLOGIA UMANA

Digitized by Google

Digitized by Google

Racc. Pitt. B. 116

MANUALE

DI

FISIOLOGIA UMANA

PER GLI STUDENTI DI MEDICINA

DI

RAFFAELE RENZONE

Dottore in Medicina e Chirurgia — Insegnante privato di Fisiologia
Socio dell'Accademia degli Aspiranti Naturalisti e dell'Associazione dei Medici e Naturalisti
Sostituto Coadiutore alla Cattedra di Fisiologia sperimentale
della R. Università di Napoli ec.

CON UN ATLANTE DI DIECI TAVOLE, CONTENENTE 236 FIGURE LITOGRAFATE

NAPOLI
STABILIMENTO TIPOGRAFICO VITALE
23 — Strada Pisanelli a Regina Coeli
1874

Digitized by Google

Le copie non munite della firma dell' Autore sono contraffatte.

Digitized by Google

PREFAZIONE

Questo *Manuale* è fatto per gli *Studenti di Medicina;* ecco tutta la mia pretenzione! — Ed è stato da me scritto durante l'anno 1873 per due ragioni: la *prima* che i miei scolari di Fisiologia hanno dovuto in tre anni d' insegnamento scrivere l' intero corso delle mie lezioni, con grande sciupío di tempo e lavoro, onde sottrarsi ad una spesa un po' vessante per essi, comperandosi un qualche libro di Fisiologia voluminoso; e la *seconda*, a dirla netta, che ho voluto fare un pochino il mio bene, dopo aver fatto abbastanza l' altrui. Mi spiego — Vi ha dei casi in cui gli Autori fanno rifulgere il loro nome in fronte ad un'opera sol perchè l' hanno *principiata*, e coloro poi che l' hanno *continuata* e *compiuta* vengono ingoiati dall' obblio, oppure appena viene loro concesso di comparire come *Compilatori*. Per esempio, la GUIDA ALLO STUDIO DELLA FISIOLOGIA del D.r GIUSEPPE ALBINI, incominciata nel 1861 e terminata nel 1872, ebbe per primo suo scrittore il Prof. G. Albini, il quale fino al 1867 aveva scritto soltanto le funzioni di *Circolazione*, di *Alimentazione* e di *Digestione* in parte; l' opera erasi così arrenata, e gli associati gridavano per l' anticipazione fatta.

Nel 1868, non so per quale ragione, il Prof. G. Albini si di-

Digitized by Google

resse proprio da me, ed a furia di preghiere e di promesse m' indusse *a continuare l' opera*, tanto per il testo che per i disegni. Mi accollai il *lievissimo* (!) incarico (sacrificando il mio nome di *Autore* non tanto ad una tenuissima rimunerazione quanto all' utile scientifico che ricavava), e perciò scrissi il resto della *Digestione*, l' *Assorbimento intestinale* con tre tavole litografate, la *Respirazione*, la *Perspirazione*, e le *Secrezioni* con una tavola litografata; e ciò in 347 pagine per le FUNZIONI VEGETATIVE. Il trattato delle FUNZIONI RIPRODUTTIVE presso a poco non è altro che una copia dello stesso trattato pubblicato in litografia nel 1867, che io scrissi sulle lezioni dello stesso Prof. Albini, e che colmai di figure, tanto da averne un lusinghiero encomietto nella prefazione; nel trattato stampato però in 152 pagine, e non litografato, le figure intercalate costando molto danaro al Prof. Albini, io gli feci dono di *diciotto* tavole litografate, eseguite con soddisfazione di tutti, e che mi costarono non poca fatica. Finalmente il Trattato delle FUNZIONI ANIMALI fu scritto da me nel 1871 in 469 pagine, nel quale dovetti serbare lo stesso ordine e la stessa prolissità dei due precedenti trattati, dovetti affogare la critica e dovetti comparire da semplice *compilatore*, anzi per non guastare il frontespizio fui prima pregato e poi costretto a mettere il mio nome in carattere piccolo dietro la prefazione (!), e tutto ciò dovetti fare per non rinunziare al compenso (1). Ecco dunque la storia particolareggiata di un libro costoso, partorito in undici anni, che corre per le mani di tutti, cioè l' *Opera* (così detta) *di Albini*, al quale ultimo per altro rendo pubbliche grazie per avermi perfino ringraziato innanzi al Ministero di avergli io continuata e terminata la *Guida*.

Queste notizie io rendo di pubblica ragione, perchè si sappia che il mio *Manuale* non è il *primo* mio lavoro di istituzione, ma il

(1) Nel mio MANUALE per economia di tempo mi sono valuto, come cosa propria, di qualche capitolo scritto da me nel *Trattato delle Funzioni Animali* della GUIDA.

Digitized by Google

secondo, e che già vi è stato chi ha accreditato molto il mio nome, chiamandomi in aiuto nella sua opera.

In questo *Manuale* però sono stato *indipendente* o non *ligio*, ed ho seguito un metodo mio proprio; in esso sono state serbate tre condizioni principali, cioè la *precisione*, la *brevità* e la *chiarezza*, condizioni che sono le indispensabili per l'insegnamento, e servono per evitare il *disordine*, la *stanchezza* ed il *dubbio* nella mento di chi impara. L'essere *breve* e *chiaro* è una cosa ben difficile, e richiede molta fatica da parte di chi scrive, ma non è poi impossibile, e lo scrittore deve porre ogni sua cura per sacrificare la propria fatica alla economia di tempo e di denaro di chi studia l'opera sua. In questo libro vengono trattati pienamente i *fatti* e le *teorie* bene assodati, che già hanno ottenuta l'approvazione del mondo scientifico, e che già sono ricchi e fecondi di applicazioni; invece le *questioni*, come quelle che importano più ai *Cultori* della Fisiologia, vengono appena accennate. La esposizione dei fatti è *semplice* e non imbottita di fattarelli e di episodii per rendere voluminosa l'opera (la *carne* dà la forza e non l'*adipe!*); anzi per darle il minore volume possibile, oltre all'aver sacrificata l'eloquenza, l'erudizione e la eloganza nel dire, ho scelto un formato di stampa grande con un margino piccolo, ed ho stivato ben 236 figure in 10 tavole litografate con un margine poco artistico, e tutto questo por avere *molta materia* in *piccolo volume*.

Spero almeno di aver fatto un'opera *utile!*

Digitized by Google

Digitized by Google

GENERALITÀ

§ 1° — *Definizione della Fisiologia — Suoi periodi storici.*

La parola *Fisiologia*, che secondo la sua etimologia corrisponde a *discorso sulla natura*, ha avuto diversa importanza e diverso significato a seconda i varii periodi storici, pei quali è passata; questi periodi possono ridursi a cinque:

1° — Nel primo periodo, cioè il più antico, le scienze naturali essendo molto ristrette, e per fino non ancora distinte l'una dall'altra, potevano facilmente essere abbracciate da un solo uomo, da un *Filosofo* in genere, il quale nelle sue opere trattava alla rinfusa di animali, di piante, di struttura, di funzioni ec., raccogliendo come meglio poteva tutte le cognizioni anche volgari, che ai suoi tempi erano in voga. Un tipo classico di questi *Filosofi dell' Antichità* è rappresentato da Aristotile, e massime (per ciò che a noi riguarda) nel suo libro intitolato: *Historia, Partes, Incessus, Motus, Generatioque Animalium; atque Plantarum naturae brevis descriptio.* Per questo libro Aristotile a ragione viene chiamato il *Padre delle scienze naturali* in genere, ed egli il primo in più rincontri ha accennato alle varie funzioni sia degli animali, che delle piante.

2° — Questo secondo periodo è rappresentato da Claudio Galeno (medico di Pergama, nato 131 anni dopo G. Cristo), il quale, oltre all'avere trattato di tutte le scienze mediche in generale, scrisse un libro intitolato: *De Usu partium corporis humani.* Con questo libro, in cui si nota sopratutto il trattato degli organi del movimento e quello dei sensi, Galeno ha avuto il gran merito non solo di scrivere pel primo un libro di Fisiologia, come *scienza delle funzioni*, ma ancora di specificare e di individualizzare una scienza, cioè la *Fisiologia Umana.*

3° — Questo periodo è lungo, noioso, e come risultati presenta più stranezze che conclusioni utili e certe. È il periodo famoso degli *Alchimisti*, pei quali tutto era mistero, tutto dipendeva da forze ignote ed inintelligibili (*forza* o *principio vitale*), ma secondo essi necessarie ad ammettersi per

Digitized by Google

spiegare i fatti della economia vivente; insomma un' empirismo cieco, dominato da strani principii, doveva naturalmente menare a strane conseguenze in tutte le scienze naturali, e massime poi in Fisiologia.

In questo periodo degli *Alchimisti* e dei *Vitalisti* si distinsero Sylvius, Van Helmont, Stahl ec. Non mancarono però, massime nel secolo XVI e XVII dei Fisiologi sperimentatori, i quali attenendosi ai fatti e non alle ipotesi strane dominanti, diedero degli importanti risultati; così bisogna notare Cesalpino (1519-1603) e Fabricio d' Aquapendente, che prepararono la via alla scoperta della circolazione sanguigna; Harvey (1578-1657) per i suoi lavori sulla circolazione e generazione; Borelli (1618-1679) pel suo libro sulla meccanica animale; Aselli per la scoperta dei vasi lattei (1622), e Pecquet per aver precisata la circolazione del chilo (1647).

Tra la fine del secolo XVII e principio del XVIII vi furono degl' insigni cultori di Anatomia microscopica, che tanto bene recarono alla Fisiologia, e basti soltanto citare Marcello Malpighi (1628-1694), Leeuwenoeck (1632-1723) e Ruysch (1638-1731).

Del terzo periodo storico della Fisiologia soltanto i pochi fisiologi sperimentatori, e sopratutto gli Anatomisti già citati prepararono la via al quarto periodo, in cui la Fisiologia può dirsi innalzata veramente al grado di scienza.

4° — In questo periodo comparisce Haller (1708-1777), discepolo del celebre anatomo Albino, il quale poco curandosi delle idee dei Vitalisti, che erano in vigore all' epoca sua, anzi costituendosi il loro più terribile avversario, mediante due grandi mezzi, cioè l' osservazione fedele e l' esperienza esatta e ripetuta, seppe ridurre le pretese forze dominanti nell' organismo alle singole *funzioni*, e queste attribuirle al diversi organi.

L' indirizzo preso da Alberto Haller si compendia in queste poche parole del grande Cuvier: « *Cet homme célèbre a non seulement repoussé les hypothèses d'une manière générale, mais il s'est attaché à les analyser, à montrer par ou elles pechent, et à faire voir que ce n'est pas par la voie hypothétique que l'on peut parvenir à la vérité* ». E Colin nella sua *Fisiologia comparata* chiama Haller: « *L'homme des faits, l'homme de l'observation et des expériences; son oeuvre est le point de départ de toute la Physiologie moderne* ». L'opera voluminosa di Haller, intitolata *Elementa Physiologiae corporis humani*, è piena di esperienze fatte su animali vivi, tendenti principalmente a determinare le proprietà, la sensibilità, la irritabilità dei tessuti e degli organi, lo sviluppo del feto ec.; è un libro al dire di Cruveilhier *pieno di scoperte*.

Contemporaneamente, prima e poco dopo di Haller non mancarono di rendersi celebri anche altri Fisiologi, come il Redi, il Graaf ed il Vallisnieri pei loro lavori sulla generazione, il Peyer per le ricerche anatomiche e fisiologiche sulla digestione, il Réaumur per le esperienze sulla digestione, l' Hales per il lavoro sulla emostatica, il Bonnet per gli studii sulla riproduzione delle parti recise, ed infine lo Spallanzani per le sue ricerche

Digitized by Google

sopratutto sulla digestione e sulla generazione, che dovrebbero servire di guida anche oggi a qualunque fisiologo sperimentatoro.

Fra il quarto ed il quinto periodo (cioè tra la fine del secolo XVIII e principio del XIX) bisogna notare varii fisiologi, come il Caldani, l'Hildebrandt, il Richerand, il Legallois, il Magendie, il Tiedemann ecc., i quali nelle loro ricerche camminarono sulla stessa via indicata da Haller.

5° — È il periodo attuale o moderno iniziato da Giovanni Müller, alquanto prima della metà del secolo XIX (*Müller* — Manuale di Fisiologia dell'uomo — 1833). Egli considerando la Fisiologia come una scienza naturale qualunque, la definì la *fisica degli organismi*, cioè quella scienza che osserva i fenomeni degli esseri organizzati e ne indaga le leggi. Con ciò il Müller diede l'ultimo colpo al vitalismo, e ripose la Fisiologia sulle sue vere basi incrollabili, che sono l'Anatomia, la Fisica e la Chimica; a misura che queste scienze progrediscono e si vanno perfezionando, anche la Fisiologia progredisce e si va perfezionando. Il vantaggio recato da queste scienze alla Fisiologia è stato finora maggiore per l'Anatomia (massime microscopica), medio per la Fisica, e minimo per la Chimica; però da tutte e tre queste scienze la Fisiologia ogni giorno trae per mano degli illustri Fisiologi contemporanei i mezzi onde basare e rendere solide le sue dottrine, le quali in certi punti hanno raggiunto per fino la esattezza matematica.

Ecco esposti in breve i cinque periodi storici della Fisiologia.

La *scienza della Natura* si divide nella *scienza degli oggetti* e nella *scienza dei fenomeni;* la prima è del tutto descrittiva, onde dicesi pure *Storia Naturale*, e comprende la *Mineralogia*, la *Botanica*, e la *Zoologia;* e la seconda del tutto sperimentale comprende la *Fisica*, che tratta dei fenomeni i quali non alterano la natura dei corpi, la *Chimica*, che si occupa dei fenomeni i quali cambiano la natura dei corpi, e la *Fisiologia* come la scienza dei fenomeni che si compiono nei corpi viventi.

Quindi la Fisiologia in generale può definirsi come *quella scienza naturale che studia i fenomeni degli esseri viventi;* ovvero si può dire: *è la scienza che studia le funzioni dell'organismo.*

Questo studio si attua con due mezzi indispensabili; il primo è l'*osservazione*, che esamina i fenomeni degli esseri viventi in tutte le loro manifestazioni, ed il secondo è l'*esperienza*, che cerca di conoscere le cause e le leggi, che producono e governano i fenomeni stessi.

Digitized by Google

§ 2° — *Definizione dell' organismo — Sue differenze dai corpi inorganici.*

Che cosa è l' *organismo*, o l' essere organizzato in generale?

All'epoca di Renato Descartes, quando tutto era meccanica, e gli animali venivano considerati come macchine, l'organismo era caratterizzato per un meccanismo di altissima complicazione, in cui operavano certi spiriti sulle singole parti, come i motori in un' automa qualunque. Tanto è ciò vero, che si fecero degli automi aventi allo esterno la forma di diversi animali, i quali per i varii fenomeni che compivano, potevano almeno dal volgo essere ritenuti come veri organismi. Mancava però a questi automi una cosa sopratutto, cioè la facoltà riproduttiva, ed allora si scelse appunto questa facoltà per caratterizzare un'organismo, e si disse l'organismo essere un meccanismo altamente complicato, fornito della facoltà riproduttiva. Oggidì però che le scienze naturali han tanto progredito sarebbe una stranezza il pretendere che la facoltà riproduttiva fosse il carattere definitivo degli organismi, giacchè molti animali e molte piante mancano della facoltà riproduttiva, e non per questo lasciano di essere veri organismi. Infatti gli animali e le piante ibride, gli animali e le piante nella prima ed ultima età, le classi operaie degl'imenotteri ec. non hanno facoltà riproduttiva, eppure non lasciano di essere animali e piante.

Lo stato attuale della scienza ci fa rilevare in qualunque organismo due *caratteri distintivi*, l' uno riguardante la sua struttura e l' altro le sue attività; il primo si è la esistenza degli elementi cellulari, cioè degli elementi anatomici che descriveremo in seguito, giacchè tutto ciò che consta naturalmente di una o più cellule (in forma genuina o modificata) costituisce un' essere organizzato; il secondo carattere si è appunto la facoltà di assimilare, val dire che l'organismo per attività sue particolari prende il materiale dal mondo esterno e lo elabora, ovvero lo modifica in guisa da renderlo *simile* ed *identico* a quello, che già in esso esiste (*assimilazione*). Questo secondo carattere comprende naturalmente il primo, giacchè l'organismo non potrebbe assimilare se non avesse la struttura cellulare; quindi l'organismo può definirsi *un' essere assimilatore*.

Oltre a questi due caratteri primarii, l'*organismo* ne ha altri secondarii che lo lasciano ben distinguere dai corpi inorganici, e sono:

1.° La esistenza di molecole tutte differenti e non identiche nella sua massa, come nei minerali.

2.° La forma macro o micro-scopica, che non è mai geometrica, cioè non presenta facce piane, spigoli ed angoli solidi, invece vi predomina costantemente la forma sferica o cilindrica.

3.° Il volume che è costante per una data specie, laddove che nei minerali è variabilissimo.

4.° L'origine costante da esseri simili, dei quali una volta lo stesso organismo ha fatto parte in forma di uova, di semi, di spore, di gemme.

5.° Lo sviluppo o l'accrescimento *per intususcezione* e non *per sovrapposizione* come nei minerali (l'*intususcezione* corrisponde alla nutrizione, allo ingrandimento ed alla moltiplicazione dei singoli elementi cellulari).

6.° La fine o la morte costante e necessaria, giacchè la sua cagione principale ed inevitabile risiede appunto nell'esercizio della vita.

7.° Infine l'organismo nello stato di massimo sviluppo e perfezione gode della facoltà riproduttiva.

§ 3° — *Differenze fra gli organismi animali e vegetali.*

1.° L'aforisma di Linneo, che compendia in sè queste differenze, si può esprimere con qualche modifica nel seguente modo:

i *vegetali* sono corpi viventi che si nutrono e si riproducono;

gli *animali* sono corpi viventi che si nutrono, si riproducono, sentono e si muovono spontaneamente.

Quindi la *sensibilità* e il *movimento spontaneo* sono i caratteri distintivi degli animali, e nel tempo stesso rappresentano la loro principale differenza coi vegetali. Vi sono però certi esempii di movimento nelle piante, che pare infirmassero questa legge, come nella *Mimosa pudica*, nella *Dionaea muscipula*, nella *Ruta graveolens*, nel *Berberis vulgaris* ec.; però se ben si riflette questi movimenti sono sempre in relazione, anzi in stretta dipendenza con cause esterne, come la luce, il calore, le azioni meccaniche, o pure dipendono da stati particolari della pianta, come ad es. il periodo di fecondazione; quindi sono movimenti piuttosto passivi o meccanici, sempre costanti, e non già svariati e spontanei come quelli degli animali.

2.° La centralizzazione degli apparecchi è un carattere distintivo degli animali; così ad es. mentre in questi ultimi gli apparecchi assorbente, circolatorio, respiratorio e riproduttore sono d'ordinario *centralizzati*, od almeno vi si può distinguere un centro con appendici periferiche, nelle piante invece questi apparecchi sono sempre *diffusi*.

3.° Gli apparecchi assorbente e respiratorio negli animali sono rappresentati ordinariamente da *introflessioni* (pulmoni, cavità branchiali, trachee, intestino), e nelle piante da *extroflessioni* (foglie, peli succiatori).

4.° La respirazione fra gli animali e le piante è notevolmente diversa; nei primi vi è assorbimento di ossigeno ed eliminazione di acido carbonico, e nelle seconde in piena luce assorbimento di acido carbonico ed eliminazione di ossigeno (1); quindi entrambi questi esseri si preparano scambievolmente l'elemento per la respirazione.

(1) Di una pianta esposta alla luce solare le sole parti verdi, per la clorofilla che

5.° Nei vegetali l'alimento suol' essere inorganico, laddove che negli animali è prevalentemente organico.

6.° Nell'organismo animale introducendosi ossigeno e materiale organico ossidabile, il processo chimico dominante si è appunto l'*ossidazione*; invece nell'organismo vegetale introducendosi materia minerale già ossidata, e dallo stesso eliminandosi prevalentemente ossigeno, ne segue che il processo chimico dominante è la *deossidazione*; onde a ragione si dice che gli animali sono *organismi ossidatori*, ed i vegetali *organismi deossidatori*; gli animali *mineralizzano* le sostanze organiche, ed i vegetali *organizzano* le sostanze minerali, perciò questi due regni si preparano vicendevolmente il materiale alimentare. Infatti l'animale introduce albumina, grassi, idrati di carbonio ed ossigeno, ed escrea acqua, acido carbonico e prodotti urici, i quali per lieve ossidazione si cambiano subito in sali ammoniacali; invece le piante assorbono acqua. sali, acido carbonico, azoto, e da questi pochi elementi minerali costruiscono gli albuminoidi, gl' idrati di carbonio, i grassi, gli alcaloidi ec. Insomma gli animali introducono materie complicatissime e le riducono molto semplici, sottomettendole alla ossidazione, e così rendono *attiva* una gran copia di forza *latente*; e le piante introducono sostanze oltremodo semplici e le rendono complicatissime per il processo di deossidazione, e così rendono *latente* la forza *attiva*.

Come conseguenza del fatto che gli animali sono organismi eminentemente ossidatori bisogna notare lo sviluppo del calore, proprio di questi ultimi; ed è interessante conoscere come nelle piante si possa avere sviluppo di calore precisamente in quelle parti, che respirano come gli animali, ad es. i fiori; e quando queste parti si rendono carnose e di gran massa allora lo sviluppo del calore riesce molto sensibile, così l'asse dello spadice delle Aroidee può giungere fino a 12 gradi di calore sopra dell' ambiente nell' *Arum maculatum*, e quello della *Colocasia odorata* fino a 22 gradi.

7.° Infine l'analisi chimica rileva un carattere differenziale fra gli animali ed i vegetali, giacchè quantunque in entrambi questi esseri gli elementi chimici sieno presso a poco gli stessi qualitativamente, pure negli animali vi ha predominio di azoto, e nelle piante predomina il carbonio.

§ 4° — *Divisione della Fisiologia.*

La Fisiologia, come la scienza delle funzioni dell'organismo, si distingue in Fisiologia *vegetale* ed *animale*, e quest' ultima in Fisiolo-

contengono, assorbono l'acido carbonico dell'aria, lo decompongono, ritengono il carbonio ed emettono l'ossigeno. Le parti non verdi poi, e massime gli organi fiorali, anche alla luce solare assorbono l'ossigeno dell'aria ed emettono l'acido carbonico.

gia *umana* e *comparata*, a seconda che si occupa dell'uomo o degli animali.

La *Fisiologia Umana* tratta delle funzioni dell'uomo. Queste funzioni possono agevolmente ridursi a tre classi, alcune servono solo alla nutrizione dell'individuo, e diconsi *vegetative*, *nutritive*, o *della vita organica;* altre invece servono a mettere in rapporto attivo e passivo l'individuo col mondo esterno, e diconsi funzioni *animali* o *della vita di relazione*; infine vi ha un'altra classe di funzioni, che si riscontra nell'uomo a stato completo di sviluppo, e che serve al mantenimento non dell'individuo, ma della specie, come sono appunto le funzioni *riproduttive*.

Le funzioni *vegetative* si riducono alle seguenti: 1ª *Alimentazione*, 2ª *Digestione*, 3ª *Assorbimento*, 4ª *Circolazione*, 5ª *Respirazione* e 6ª *Secrezione*. Come conseguenza della respirazione ed ossidazione generale si ha nell'uomo lo sviluppo del calore, ovvero la *Calorificazione*.

Le funzioni *animali* si riducono a due principali, che sono la *Sensibilità* e la *Motilità*, entrambe collegate mercè il sistema di *Innervazione*.

Infine le funzioni *riproduttive* si distinguono nelle *Funzioni riproduttive* propriamente dette, e nello studio dello svilnppo del nuovo essere, cioè l'*Embriologia* (1).

Prima d'incominciare lo studio dettagliato delle singole funzioni, bisogna fare sull'organismo umano una doppia analisi generale, l'una *chimica* e l'altra *anatomica*; colla prima bisogna conoscere i principii chimici che compongono il corpo umano, e colla seconda gli elementi anatomici e la loro distribnzione.

COMPONENTI CHIMICI DEL CORPO UMANO.

Nell'uomo, come in tutti gli animali, il processo chimico dominante si è appunto quello di *ossidazione*. Dato adunque il processo di ossidazione come caratteristico della economia animale, tutte le sostanze combustibili od alimentari introdotte debbono subire una graduata ossidazione, ed è per ciò naturale che nel corpo dell'uomo si debba trovare una

(1) Lo studio del processo nutritivo generale e del bilancio della economia umana, riguardante piuttosto lo scambio materiale del corpo, dovrebbe farsi dopo il trattato delle funzioni vegetative, ma siccome implica delle questioni di vita animale e riproduttiva, così è buono rimandare questo studio all'ultimo proprio del libro.

scala molto lunga di sostanze più o meno ossidate, i cui estremi sono da un lato i principii alimentari introdotti, e dall' altro i principii ossidati che si escreano; le gradazioni poi intermedie di questa scala sono innumerevoli, e non tutte ben note come gli estremi. È ad osservarsi però che non tutte le sostanze che s' introducono nel corpo sono completamente deossidate, come pure non tutte le materie che vengono escreate dal corpo escono allo stato di massima ossidazione.

L' ossidazione organica avviene principalmente negli elementi cellulari, e le relazioni d' introito e di esito di questi ultimi col mondo esterno vengono stabilite dal sistema di circolazione ; questo principio verrà sviluppato meglio parlando della cellula animale.

Ciò posto, l'analisi chimica elementare trova nel corpo umano costantemente 14 elementi, che sono: *Ossigenò, Idrogeno, Carbonio, Azoto, Solfo, Fosforo, Cloro, Fluore, Silicio, Potassio, Sodio, Calcio, Magnesio* e *Ferro*. Accidentalmente poi ed in alcuni organismi soltanto si trova pure: *Jodo, Alluminio, Manganese, Rame, Piombo* ec.

Di tutti questi elementi però soltanto l'ossigeno e l'azoto si riscontrano costantemente nell' organismo normale allo stato semplice elementare, e si trovano sciolti nel plasma del sangue ; tutti gli altri elementi sono in combinazione fra loro, ed i composti sono tanto più complicati nella loro costituzione per quanto sono più vicini all' entrata (*sostanze alimentari*), invece sono tanto più semplificati per quanto più sono vicini all' uscita (*sostanze escreabili*).

Tutte le sostanze che compongono il corpo umano , secondo Hardy , si possono ridurre a tre gruppi :

1.° Materie minerali ;

2.° Sostanze organiche ternarie (C,H,O), distinte in grassi ed idrati di carbonio;

3.° Sostanze organiche quaternarie (C,H,O,Az), cioè albuminoidi e loro derivati.

1.° — *Materie minerali.*

Si trovano sia nei tessuti che nei liquidi dell' organismo.

Gas liberi — Ossigeno , azoto ed acido carbonico a preferenza nel sangue ; idrogeno ed idrogeno solforato nei gas intestinali.

Acidi liberi — Acido cloroidrico nel succo gastrico, ed acido silicico in varii tessuti e liquidi di secrezione , massime nelle ossa , nei denti , nei peli , ecc.

Ossidi liberi — Acqua, sia introdotta che generata nel corpo per la combustione dell' idrogeno ; ossido di ferro nel sangue.

Composti in uro — Cloruro di sodio e di potassio in varii liquidi del corpo ; fluoruro di calcio nelle ossa e nei denti.

Digitized by Google

Sali — Si distinguono in *carbonati* di soda, di potassa, di calce e di magnesia, in *fosfati* di soda, di potassa, di calce e di magnesia, ed in *solfati* di soda, di potassa e di calce; i sali alcalini predominano nei liquidi e nei tessuti molli, invece i sali terrosi si trovano a preferenza nei tessuti duri, come le ossa.

A tutte queste sostanze minerali si possono aggiungere alcuni sali ammoniacali, come il carbonato d'ammoniaca ed il fosfato ammonico-magnesiaco, che si possono trovare accidentalmente nelle fecce e nell'urina decomposte, ed il solfocianuro di potassio, che si trova nella saliva, massime della parotide.

2.° — *Sostanze organiche ternarie.*

Grassi — Sono corpi molto diffusi nella economia animale. Riguardo alla loro costituzione chimica essi risultano dalla combinazione di diversi acidi monoatomici colla *glicerina* ($C^6H^8O^6$), che è un'alcool triatomico, per cui la glicerina unendosi con questi acidi può prendere 1, 2 e 3 molecole di acido, e nello stesso tempo 1, 2 e 3 molecole di acqua si eliminano, risultandone un prodotto che sarebbe l'etere del detto alcool; onde oggi i corpi grassi si ritengono come eteri neutri.

Di questi acidi grassi animali si può costruire agevolmente una *scala* a seconda il loro grado di ossidazione, e si ha allora l'acido *cerotico*, l'*arachidico*, lo *stearico*, il *margarico*, il *palmitico*, il *caprilico*, l'*enantilico*, il *caproico*, il *valerico*, il *butirico*, il *propionico*, l'*acetico* ed il *formico*. I primi della scala sono poco ossidati (ac. *stearico* $C^{36}H^{36}O^4$) (1), sono ordinariamente solidi, insolubili nell'acqua, e non volatili; invece gli ultimi della scala sono molto ossidati (ac. *formico* $C^2H^2O^4$), sono liquidi, solubili nell'acqua ed estremamente volatili.

I corpi grassi neutri ordinarii risultano o dalla combinazione della glicerina coll'acido oleico (e si ha l'*oleina*, principio liquido dei grassi), ovvero coll'acido stearico e margarico (e si ha la *stearina* e la *margarina*, principii solidi dei grassi). I grassi vegetali sono ordinariamente liquidi (*olii*) alla temperatura ordinaria, invece gli alimali si presentano più o meno solidi (*adipi*).

Le proprietà generali dei grassi neutri sono di essere insolubili nell'acqua, quasi inodori, incolori ed insipidi, ontuosi al tatto, macchiano la carta e la rendono semitrasparente, e ad elevata temperatura bruciano con fiamma fuliginosa; il loro peso specifico è inferiore a quello dell'acqua, oscillando fra 0,90 e 0,93; si fondono col calore e s'induriscono col raffreddamento; sono solubili nell'alcool, nell'etere e nel solfuro di carbonio. In

(1) In questo Manuale le formole sono esposte secondo l'antica legge degli equivalenti.

contatto dell'ossigeno i grassi possono subire una doppia decomposizione, l'una alla temperatura ordinaria (*irrancidimento*), e l'altra fra 250° e 300°, nel primo caso si separa la glicerina e gli acidi grassi divengono volatili per la ossidazione, dando l'odore penetrante e spiacevole dei grassi irranciditi; invece nel secondo caso la glicerina si muta in *acroleina* ($C^6 H^4 O^2$), sostanza di un odore caratteristico, che attacca gli occhi e la gola e che si avverte allorquando si frigge, e gli acidi grassi ossidandosi del pari, sviluppano acido carbonico, acqua, acido butirico, formico, acetico ec.

I grassi presentano una proprietà chimica distintiva, qual'è la *saponificazione*, per la quale s'intende lo sdoppiamento che subisce un grasso in contatto di un alcali e dell'acqua a caldo; il grasso si sdoppia, la glicerina riassorbe gli equivalenti di acqua perduti e si rende libera, e gli acidi grassi si combinano agli alcali, formando degli oleati, dei margarati e dei stearati alcalini, cioè a dire formando dei *saponi*.

L'*emulsionamento* infine è un'altra proprietà dei corpi grassi, ma di questa ci occuperemo nell'alimentazione.

I grassi del corpo umano si riducono all'*adipe* diffuso nei tessuti, ed al *burro* che si cava dal latte; il primo si compone di stearina, margarina ed oleina, (con predominio dei due primi corpi) ed il secondo di margarina, di butirina e di tracce di caproina.

I grassi animali in generale provengono sia dallo assorbimento dei grassi vegetali, sia pure dalla trasformazione degli albuminoidi e degl'idrati di carbonio in grassi, massime quando l'ossigeno assorbito è deficiente rispetto alle materie alimentari introdotte.

Come appendice ai veri corpi grassi bisogna dire di due sostanze che si trovano nell'organismo, quali l'acido *colico o colalico* e la *colesterina*.

Il primo per la formola ($C^{48}H^{40}O^{10}$) somiglia agli acidi grassi, è insolubile nell'acqua e cogli alcali forma sali alcalini solubili, simili ai saponi; nell'intestino, per l'ossidazione che subisce, dà luogo all'*acido coloidinico* ed alla *dyslisina;* lo stesso succede colla ebollizione negli acidi.

La *colesterina* ($C^{52}H^{44}O^2+2HO$) si trova principalmente nella bile e nel tessuto nervoso, è incolora, cristallizzabile in sottili tavolette romboidali, che bagnate coll'acido solforico e riscaldate moderatamente divengono rosse; è insolubile nell'acqua, solubile nell'alcool e nell'etere, non è saponificabile, e perciò non si considera più come un grasso, invece da Berthelot viene noverata fra gli alcool monoatomici. La colesterina si trova del pari nel tessuto nervoso e nella bile, e passando con quest'ultima nel contenuto intestinale verrebbe, secondo alcuni chimici, emessa colle fecce allo stato di *stercorina*.

Idrati di carbonio — Sono corpi molto abbondanti nel regno vegetale, ma piuttosto scarsi nel regno animale, in essi l'ossigeno e l'idrogeno si

trovano nelle proporzioni da formare l'acqua, la quale poi si ritiene combinata al carbonio. Oggidì gl' idrati di carbonio si ritengono come degli alcool poliatomici, cioè dei carburi d'idrogeno, in cui più atomi d'idrogeno vengono sostituiti da più molecole di acqua ; e più atomi d'idrogeno di quest' ultima poi potendo essere sostituiti nell' alcool da diverse molecole di radicale acido, si dà origine a diversi eteri.

Gl' idrati di carbonio secondo le loro proprietà e secondo la loro costituzione chimica si possono ridurre a tre gruppi:

$$1^o - C^{12}H^{12}O^{12} \qquad 2^o - C^{12}H^{11}O^{11} \qquad 3^o - C^{12}H^{10}O^{10}.$$

Il primo gruppo comprende i *glucosii* di cui i principali sono il *Glucosio* (zucchero di amido) e l' *Inosite*.

Il secondo gruppo comprende i *saccarosii*, tra i quali bisogna notare lo *Zucchero di canna*, ed il *Lactosio*.

Infine nel terzo gruppo vanno compresi gli *amidacei*, come *l'Amido*, la *Fecola*, la *Destrina*, il *Glicogeno*, le *Gomme* ec.

Il *Glucosio* si ottiene per l'azione della diastasi vegetale od animale, ovvero per l' azione degli acidi minerali (allungati ed a caldo) sull' amido; quest' ultimo prende due molecole di acqua e si cambia in glucosio. Questo zucchero trovasi nel chilo e nel sangue, è incristallizzabile, devia a destra il piano di polarizzazione, è solubile nell' acqua, e se alla soluzione si aggiunge del lievito di birra, lo zucchero fermenta prontamente e direttamente, sdoppiandosi in due equivalenti di alcool e quattro di acido carbonico :

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^4H^6O^2 + 4CO^2.$$

Riscaldato il glucosio colla potassa, si colora in giallo bruno. Infine il glucosio è capace di ridurre gli ossidi metallici, massime quello di rame , a sottossidi; questa reazione si pratica ponendo il liquido che contiene glucosio in una provetta di vetro , indi al liquido si aggiunge della soluzione di potassa ed un poco di solfato di rame , il tutto si riscalda a moderato calore (senza giungere alla ebollizione) , e si vedrà che a poco a poco il liquido da bleu che era diviene giallo rossastro, per la riduzione appunto del protossido di rame idrato ($CuO+HO$) in sottossido idrato (Cu^2O+HO).

Per dosare poi nei liquidi animali il glucosio si adopera il *liquore titolato di Fehling* , il quale si prepara nel seguente modo. Si fanno disciogliere 130 grammi di soda caustica in 500 grammi di acqua distillata , e vi si aggiunge poi una soluzione di 160 grammi di tartrato neutro di potassa in 100 grammi di acqua distillata ; queste due soluzioni debbono essere fatte a moderato calore , e debbono essere mescolate calde ; poscia si versa nel liquido a poco a poco , ed agitando, una soluzione di 40 grammi di solfato di rame in 160 grammi di acqua; a misura che si versa si forma un preci-

pitato azzurro, che subito scompare, ed il liquido limpido rimane di colore bleu ; infine aggiungendo dell'acqua distillata si completa il volume del liquido, che dev'essere di 1155 c. c. La norma è che 10 c. c. di questo liquido sono ridotti completamente da 5 centigrammi di glucosio, ciò che si appalesa collo scoloramento del liquido.

Analoghi al glucosio sono lo zucchero di uva , lo zucchero di frutta , e lo zucchero dell'urina diabetica; soltanto ne differiscono perchè lo *zucchero di uva* è cristallizzabile , perchè lo *zucchero di frutta* devia a sinistra la luce polarizzata, non riduce gli ossidi metallici e non si abbruna colla potassa , e perchè infine lo *zucchero diabetico* è cristallizzabile.

L' *Inosite* si trova nella carne (massime del cuore), è cristallizzabile in prismi rettangolari obbliqui , solubile nell' acqua e nell' alcool, non riduce gli ossidi metallici, non subisce la fermentazione alcoolica , ed invece in presenza della caseina dà origine all' *acido lattico* ($C^6H^6O^6$).

Lo *Zucchero di canna* non si trova nella economia animale; esso si cava dalla Canna da zucchero, dal Sorgo, dalla Barbabietola ec.; è cristallizzabile, solubile, devia a destra la luce polarizzata , non si abbruna colla potassa, non riduce gli ossidi metallici, e non fermenta direttamente, ma indirettamente, cioè dopo di essersi mutato in glucosio per l'azione degli acidi (anche dei liquidi della digestione) o di un' eccesso di lievito. Questo zucchero però, come anche quello di uva, in presenza di sostanze albuminoidi ed in condizioni particolari può subire invece la fermentazione lattica.

Il *Lactosio*, o zucchero di latte, cristallizza in prismi romboidali, è poco solubile nell' acqua, devia a destra la luce polarizzata, si abbruna colla potassa, e riduce come il glucosio l' ossido di rame. Può subire la fermentazione alcoolica indiretta, ma ordinariamente subisce la fermentazione lattica, e butirica, massime in presenza della caseina.

Gl' idrati di carbonio *del terzo gruppo* sotto l' influenza degli acidi minerali (allungati ed a caldo) fissano due molecole di acqua e si mutano in glucosio.

La materia amilacea (che si dice *Amido* quando si estrae dai cereali, e *Fecola* quando si ricava dalle patate), la *Destrina*, la *Cellulosa* e le *Gomme* non fanno parte della economia animale; soltanto il *Glicogeno* od *Inulina epatica* può considerarsi come l' unico amilaceo del corpo umano; esso si riscontra allo stato granuloso nelle cellule del fegato (Schiff), si colora in rosso violaceo coll' iodo, e si cambia in glucosio per l' azione degli acidi diluiti a caldo, per l'azione della diastasi vegetale ed animale, e per azione del sangue.

3.° — *Sostanze organiche quaternarie.*

Albuminoidi — Sono costituenti essenziali dei tessuti animali; constano tutti di carbonio, idrogeno, azoto, ed ossigeno, ed alcuni anche di solfo e di fosforo; sono amorfi , alcuni solubili ed altri insolubili nell' acqua , ma

questi ultimi possono divenire in gran parte anche essi solubili mediante l'aggiunta di varie sostanze, come alcali, acidi, fermenti ec., tutti in generale sono insolubili nell'alcool, etere e cloroformio; le loro soluzioni acquose deviano in diverso grado a sinistra la luce polarizzata. A caldo non si volatilizzano, invece bruciano spandendo odore di penna o corno arso, e producendo acqua, acido carbonico, ammoniaca, carburi d'idrogeno ec.

Le reazioni generali che si possono fare sui corpi albuminoidi per riconoscerli sono le seguenti (1):

1ª Col calore di 70° a 80° C. gli albuminoidi disciolti si coagulano e si rendono insolubili nell'acqua; del pari vengono precipitati dalle loro soluzioni acquose mediante l'alcool, i sali metallici, e gli acidi concentrati, tranne l'acetico ed il fosforico ordinario, i quali anzi in eccesso ridisciolgono gli albuminoidi precipitati.

2ª Sono solubili negli alcali fissi, come la potassa e la soda, e vengono precipitati da queste soluzioni mercè l'aggiunta di un'acido, anche debole, che neutralizza il liquido; in tal caso la materia alluminoide che si precipita sarebbe priva di solfo e fosforo (*Proteina* di Mulder), e costituirebbe la base di tutte le sostanze albuminoidi o proteiche.

3ª L'acido nitrico precipita gli albuminoidi e li colora in giallo paglia, dando origine all'*acido xantoproteico*, colore che diviene giallo aranciato aggiungendovi dell'ammoniaca.

4ª Gli albuminoidi bolliti nell'acido cloroidrico puro e concentrato, si disciolgono, ed il liquido diviene violetto rosa.

5ª Gli albuminoidi riscaldati colla soluzione di nitrato mercurico-mercuroso (*liquido del Millon*) non si sciolgono, ma acquistano un colore caratteristico rosso-roseo sporco, come quello della carne cotta.

6ª Se ad una soluzione diluita di albuminoidi si aggiunge un po' di solfato di rame anche diluito, e quindi della potassa caustica, e si riscalda appena (talvolta succede a freddo), il liquido rimane trasparente e si colora d'un bel violetto.

7ª Gli albuminoidi si colorano in giallo-bruno colla tintura di iodo.

8ª Le soluzioni degli albuminoidi trattate a freddo con soluzione di zucchero e con acido solforico concentrato (Schultze), prendono una bella colorazione rosso-violacea scura (reazione comune all'acido colico).

9ª Le sostanze albuminoidi solide trattate coll'acido solforico e coll'acido molibdico si colorano in bleu intenso (Fröhde).

10ª Gli albuminoidi (come pure la cellulosa) si disciolgono nel reattivo di Schweizer, che è un liquido bleu, ottenuto per l'azione dell'ammoniaca e dell'aria sul rame.

(1) Nella classifica poi dei corpi albuminoidi noteremo le eccezioni che alcuni presentano.

Digitized by Google

11ª L'acido solforico allungato infine, bollito cogli albuminoidi, li decompone in leucina, tirosina e glicocolla.

Gli albuminoidi, come abbiamo detto, constano tutti di C, H, Az, e O, i principali fra essi hanno pure S, e qualcuno anche Ph; riguardo alle proporzioni di equivalenti, colle quali si trovano aggruppati questi elementi, si hanno attualmente idee poco precise, perchè le formole riescono molto complesse, e non si possono tanto facilmente controllare con sostituzioni o metamorfosi. Peraltro il Lieberkuhn ha cercato di rappresentare l'*albumina*, che è il tipo degli albuminoidi, colla formola $C^{144}H^{112}Az^{18}S^{2}O^{44}$ (?). Come più certa però si può ritenere la seguente composizione centesimale dei principali albuminoidi, dedotta da analisi esatte e ripetute:

	Albumina	Fibrina	Syntonina	Globulina	Caseina
C	53,5	52,6	54,1	54,5	54,6
H	7,0	7,0	7,3	6,9	7,1
Az. . . .	15,5	17,4	16,0	16,5	15,7
O	22,4	21,8	21,5	20,9	22,6
S	1,6	1,2	1,1	1,2	1,0

Le sostanze albuminoidi secondo Hoppe-Seyler si possono ridurre ad otto tipi speciali, quali sono:

1° *Albumina*, 2° *Globulina*, 3° *Fibrina*, 4° *Albuminati*, 5° *Syntonina*, 6° *Sostanza amiloide*, 7° *Albumina coagulata* e 8° *Peptoni*.

Il tipo *Albumina* comprende l'albumina del siero del sangue e l'albumina dell'uovo, le quali hanno diverso potere rotatorio sulla luce polarizzata; entrambe sono solubili nell'acqua, la prima non si coagula coll'etere, e la seconda si coagula, la prima si scioglie facilmente nell'acido cloroidrico concentrato, e la seconda difficilmente.

Apparentemente l'albumina si scioglie nell'acqua, ma è piuttosto una divisione e sospensione, anzichè una vera soluzione: 1° perchè l'albumina non passa per certe membrane animali porose (membrana testacea), e 2° perchè colle ripetute filtrazioni il liquido s'impoverisce di albumina. E questa è la ragione perchè le soluzioni di albumina e delle altre sostanze, così dette *colloidi*, sbattute, dànno la spuma permanente. Se le soluzioni di albumina si disseccano ad un calore minore di 45°, l'albumina solida così ottenuta rimane solubile, ma se il calore sorpassa i 70° allora l'albumina passa alla modifica *coagulata*, e non più si ridiscioglie.

Nel tipo *Globulina* bisogna annoverare la *globulina* o *cristallina* dei globuli e della lente, che è insolubile nell'acqua, solubile nel cloruro di sodio e la soluzione si coagula col calore, solubile infine nell'acido cloroidrico allungato, mutandosi in syntonina (nei globuli la globulina è combinata al pigmento rosso, cioè all'ematina, e costituisce l'*emato-globulina*, sostanza

capace di cristallizzare fuori dell' organismo in prismi romboidali, quando appartiene all' uomo); la *vitellina* , mescuglio naturale di albumina o caseina, che si rattrova nel tuorlo dell' uovo; la *myosina,* sostanza albuminoide caratteristica della fibra muscolare , che coagula spontaneamente dopo la morte e si rende insolubile nell' acqua, ma solubile nel cloruro di sodio (mentre la vitellina non si precipita nella soluzione di clururo di sodio per un' eccesso di sale , la myosina si precipita) ; la *sostanza fibrinogena* che si trova nel plasma del sangue , e la *sostanza fibrinoplastica* o paraglobulina che proviene dai globuli ematici , entrambe hanno i caratteri della myosina , e di più riunite insieme dànno origine alla fibrina del sangue coagulato.

La *Fibrina*, come si ricava dal sangue coagulato è insolubile nell' acqua e negli acidi allungati , è quasi insolubile nella soluzione di cloruro di sodio, e si scioglie apparentemente e con difficoltà negli alcali.

Gli *Albuminati* risultano dalla combinazione di un corpo albuminoide con un alcali fisso ; le loro soluzioni in liquidi alcalini non s' intorbidano coll' ebollizione. Oltre ai varii albuminati alcalini che si riscontrano in molti liquidi dell' organismo (siero del sangue, succo muscolare ecc.) come corpi che non ancora sono andati a far parte dei tessuti , bisogna notare la *Caseina* , cioè la materia albuminoide principale del latte , che è un' albuminato di potassa , questa sostanza col calore non si coagula in massa come l' albumina , ma soltanto alla superficie del liquido in forma di pellicola o di panno ; gli acidi (anche acetico , lattico ecc.) ed il succo gastrico del pari coagulano la caseina.

Per *Syntonina* si intendono gli albuminoidi della carne (od anche altri albuminoidi) estratti mediante digestione in acidi diluiti ; questi albuminoidi si disciolgono e si modificano in guisa (albuminati acidi) da rendersi insolubili nell' acqua pura, e nel cloruro di sodio, e molto solubili invece nell' acido cloroidrico allungato e nelle soluzioni di soda, soluzioni che naturalmente si precipitano quando vengono convenientemente saturate.

La *Sostanza amyloide* si trova in gran copia nei centri nervosi dei cadaveri in putrefazione, ed in molti organi parenchimatosi del corpo, presi dalla così detta degenerazione amyloidea. Al microscopio si presenta in forma di tanti corpuscoli rotondi , fatti da zone o capsule concentriche , i quali sono insolubili nell' acqua, alcool , etere , acidi diluiti e soluzioni alcaline , e presentano di notevole che colla tintura di iodo e coll' acido solforico si colorano in violetto ; insomma sembrerebbe essere una sostanza del gruppo degli amilacei, eppure presenta una composizione azotata, analoga agli albuminoidi.

L' *Albumina coagulata* mercè i diversi mezzi, di cui si è detto più sopra, si presenta insolubile nell' acqua , nel carbonato di soda , e nel cloruro di sodio ; viene però digerita facilmente dal succo gastrico.

Infine i *Peptoni* sono appunto il risultato dell' azione del succo gastrico

sugli albuminoidi, sono veramente solubili nell'acqua, diffusibili attraverso membrane, ed in tal modo sono resi assimilabili.

Come appendice ai corpi albuminoidi bisogna dire di due sostanze, le quali per le loro proprietà e per i prodotti di loro decomposizione dovrebbero essere annoverate fra i corpi grassi, ma per la loro costituzione chimica, essendo azotate, bisogna parlarne fra i corpi quaternarii; queste sostanze sono il *protagono* e la *mielina*.

Il *Protagono* ($C^{232} H^{247} Az^{4} PhO^{44}$?) è una sostanza che si trova nelle masse nervose centrali, nei globuli del sangue, nell'uovo, nello sperma ec.; è cristallizzabile in piccoli cristallini bianchi come la neve, è solubile nell'alcool bollente, nell'etere e nei grassi; coll'acqua forma una massa opalescente come la colla; bollito colla barite si decompone e dà l'acido fosfoglicerico, l'acido stearico, altri acidi grassi, e la *nevrina* ($C^{10} H^{15} Az O^{4}$), sostanza analoga alla *colina* che si trova nella bile (secondo alcune esperienze recenti la esistenza del protogono pare sia molto dubbia).

La *Myelina* si trova nei tubulini nervosi midollari; quando questi tubulini si spezzano, essa fuoriesce e si presenta in gocciole ovali, rotonde, oblunghe, splendenti, molto refrangenti ed a doppio contorno; si gonfia nell'acqua e si discioglie nell'alcool, etere, cloroformio ed essenza di trementina; coll'acido solforico concentrato diviene rosso violacea.

Tanto il protagono che la mielina decomponendosi in condizioni speciali, si sdoppiano e dànno origine a due corpi, quali la *Cerebrina* e la *Lecitina*. La *Cerebrina* pura consta di C H Az O, è una polvere bianca, leggiera, fatta di piccoli granellini sferici lucenti, è insolubile nell'acqua e solubile nell'alcool ed etere; la *Lecitina* ($C^{44} H^{90} Az PhO^{9} + HO$) poi decomponendosi darebbe presso a poco gli stessi prodotti di decomposizione del protagono, e molti vogliono che il protagono deve la maggior parte delle sue proprietà alla lecitina che contiene.

Derivati albuminoidei o *sostanze collogene.*

Queste sostanze sono: la *Gelatina*, la *Condrina*, l'*Osseina*, la *Mucina*, l'*Elasticina* e la *Keratina;* di queste soltanto le prime tre possono dirsi veramente *collogene*.

La *Gelatina*, la *Condrina* e l'*Osseina* si estraggono per ebollizione prolungata (nella pentola del Papin) dal connettivo, dalla cartilagine e dall'osso; queste sostanze risultano di C H Az O S (la mucina e l'elasticina sarebbero prive di solfo); estratte pure si presentano vitree, elastiche se sono in lamine sottili, trasparenti, insolubili nell'alcool e nell'etere, nell'acqua a freddo si gonfiano ma non si sciolgono, invece si sciolgono nell'acqua calda dopo prolungata infusione; se questa soluzione (non molto concentrata, nè molto bollita) si raffredda, tutto il liquido diviene una massa gelatiniforme, tremula, trasparente, conosciuta col nome di *colla*.

Le sostanze collogene presentano la massima parte delle reazioni degli albuminoidi, ma se ne distinguono perchè si sciolgono nell'acqua bollente e non si precipitano, perchè prendono la consistenza gelatinosa col raffreddamento, e perchè collo zucchero ed acido solforico invece di divenire rosse, si fanno giallo-brune.

La gelatina estratta dal connettivo e la osseina ricavata dalle ossa hanno proprietà analoghe, ma differiscono per certe reazioni dalla condrina. La gelatina trattata a caldo coll'acido solforico concentrato si decompone e dà luogo alla *Leucina* ed alla *Glicina* (detta pure glicocolla o zucchero di gelatina). In generale non viene precipitata dagli acidi e dagli alcali allungati, l'acido tannico la precipita interamente, rendendola imputrescibile ed insolubile (*Concia delle pelli*); non viene precipitata dall'allume, nè dall'acetato neutro e basico di piombo, ed invece si precipita per alcuni sali metallici, come il sublimato corrosivo. La condrina invece viene precipitata dalla maggior parte degli acidi e dei sali metallici, eccetto dal tannino e dal sublimato corrosivo, viene precipitata pure dall'allume; insomma la condrina non viene precipitata dall'ac. tannico, ed invece dà un precipitato *permanente* coll'allume, coll'acetato di piombo e coll'acido acetico, ciò che non succede per la gelatina.

La *Mucina* è una sostanza che si trova nel muco, nella sinovia, nell'umor vitreo e nel connettivo mucoso; è liquida, trasparente e si precipita coll'acido acetico e coll'alcool; nell'acqua non si scioglie ma si gonfia considerevolmente.

La *Elasticina* si trova nel tessuto elastico, essa è caratterizzata dalla sua inalterabilità, dalla grande difficoltà a sciogliersi e dalla sua indifferenza e resistenza chimica. Colla cottura prolungata non dà colla, resiste all'azione dell'acido acetico ed in parte anche alla potassa caustica, e soltanto l'acido cloridico diluito la discioglie a moderato calore.

Infine la *Keratina* si trova nei tessuti cornei, cioè epidermide e sue appendici; è una sostanza resistente, insolubile nell'acqua, solubile in parte negli alcali a caldo, e contiene circa il 5 per 100 di solfo.

Fermenti.

Sono corpi derivati dalle sostanze proteiche, i quali senza alterarsi inducono in altri corpi, coi quali si trovano a contatto, delle alterazioni o dei cangiamenti di natura, non appartenenti d'ordinario al processo di ossidazione. Nel corpo umano si conoscono tre fermenti:

1.° *Fermento saccarificante* (*Ptialina*, fermento analogo alla diastasi e all'emulsina), si trova nella saliva, nel succo pancreatico ec., trasforma l'amido in glucosio per assorbimento di due equivalenti di acqua.

2.° *Fermento sdoppiante i grassi* (*Pancreatina*) si trova a preferenza nel succo pancreatico, sdoppia i grassi neutri in glicerina ed acidi grassi,

che poi si combinano agli alcali liberi, e ciò anche per assorbimento di acqua.

3.° *Fermento peptogenico* (*Pepsina*) si trova nel succo gastrico, pancreatico ed enterico, cangia gli albuminoidi in peptoni.

Pigmenti.

Tutt' i pigmenti, o materie coloranti del corpo umano, derivano tutti dal pigmento del sangue, e questo a sua volta deriva da corpi albuminoidi (1); questi pigmenti si distinguono nel pigmento del sangue e nelle sue modifiche, nel pigmento della bile e nelle sue modifiche, nei pigmenti dell' urina, ed infine nel pigmento nero che si trova in varie parti del corpo.

L' *Ematina* ($C^{96}H^{31}Az^{6}Fe^{3}O^{18}$) è il pigmento rosso, o meglio giallo rossastro. che si trova nei globuli ematici combinato alla globulina. Questo pigmento, ottenuto per precipitazione nel sangue defibrinato, mercè agitazione coll' etere e coll' acido acetico, si presenta come una polvere bruno-rossastra, splendente, non cristallizzata, insolubile nell' acqua, alcool ed etere, ma solubile nell' alcool, cui si è aggiunto un poco di acido solforico o di acido cloroidrico, anche gli alcali caustici sciolgono l'ematina; le soluzioni alcaline alla luce refratta si presentano rosse in grossi strati, e verdastre in strati sottili, onde la ematina è *dicroica*.

L' *Emina* ($C^{96}H^{31}Az^{6}Fe^{3}O^{18}$, HCl) è un cloridrato di ematina, che si ottiene riscaldando il sangue coll' acido acetico cristallizzabile e con poco cloruro di sodio (del quale ultimo si può fare ammeno, perchè il sangue ne contiene), si formano dei cristalli bruni, piccoli, romboidali, allungati e molto resistenti.

L' *Ematoidina* ($C^{30}H^{18}Az^{2}O^{6}$?) è un pigmento che ha origine allorquando il sangue esce dai vasi e si raccoglie in focolari emorragici entro il corpo stesso. Questo pigmento cristallizza in prismi o meglio tavolette romboidali, d' un bel colore rosso aranciato, insolubili nell' acqua, alcool, etere ed acido acetico, e solubili negli alcali.

Il pigmento normale della bile è la *Bilifulvina* (bilifeina, bilirubina, colepirrina), ($C^{32}H^{18}Az^{2}O^{6}$) sostanza analoga all' ematoidina, la quale si scioglie nel cloroformio, benzina, solfuro di carbonio ec., e può cristallizzare nelle soluzioni in forma di prismi romboidali obbliqui d' un bel colore rubino; la bilirubina trattata a freddo con acido nitrico e con una goccia di acido solforico, l' acido nitrico cadendo in fondo al recipiente ossida di-

(1) L' embrione nei suoi primordii risulta di sostanze albuminoidi ed è tutto incoloro, poi incomincia a presentare un pigmento rosso nell' apparecchio della circolazione primitivo, e questo pigmento non può provenire in tal caso che dagli stessi albuminoidi.

versamente i varii strati del pigmento biliare e produce diverse colorazioni (*reazione dell' iride*). Questo pigmento, che dà il giallo rossastro alla bile, esposto all' aria si cangia per ossidazione in *Biliverdina* ($C^{32}H^{20}Az^2O^{10}$), che è un pigmento verde, non cristallino. Come prodotti di decomposizione di questi pigmenti biliari, se ne possono ottenere altri due, cioè la *bilifuscina* e la *biliprasina*, che si trovano piuttosto nelle alterazioni patologiche.

I pigmenti dell' urina si riducono all' *Urofeina* od uroematina, materia colorante giallo-bruna, la quale si trova costantemente nell' urina e le dà il colore giallo caratteristico; ed al pigmento bleu, prodotto dall' *indicogeno*, che si trova del pari costantemente ed in traccia nell' urina dell' uomo; sono pigmenti non cristallizzabili, e di composizione poco nota.

Infine il pigmento nero o bruno, *Melanina*, rappresenta l'ultimo grado di ossidazione dei pigmenti, e si trova normalmente in forma di piccolissimi granuli nelle cellule della coroidea dell' occhio, nelle cellule dei peli e nelle cellule dello strato profondo dell' epidermide (massime presso la razza Etiopica). In casi patologici si può trovare perfino cristallizzato in piccoli romboedri in diversi organi.

Sostanze azotate cristallizzabili

I corpi albuminoidi per il processo di ossidazione subiscono delle metamorfosi regressive, finchè non vengono eliminati dal corpo allo stato di prodotti urici; la serie di queste metamorfosi è abbastanza estesa, ma non interamente nota, soltanto si conoscono bene alcuni termini, i quali per la loro costituzione chimica si possono dire identici alle *sostanze amidiche*, cioè materie risultanti di un'acido, in cui l'acqua sarebbe sostituita dall'ammoniaca modificata od *amide* (AzH^2), o meglio ammoniache in cui un'equivalente d' idrogeno sarebbe rimpiazzato da un radicale acido.

Queste sostanze, dalle meno alle più ossidate, sono le seguenti:

Acido inosico ($C^{10}H^6Az^2O^{10} + HO$) si trova nella carne, è un liquido sciropposo e non cristallizzabile.

Glicina ($C^4H^5AzO^4$), detta pure *glicocolla* o *zucchero di gelatina*, si trova combinata all' acido colico nella bile, cristallizza in prismi romboidali obbliqui, è solubile nell' acqua e non nell' alcool, ed ha sapore zuccheroso. Combinata all' acido benzoico dà origine all' acido ippurico ed all' acqua:

$$C^4H^5AzO^4 + C^{14}H^5O^3,HO = C^{18}H^8AzO^5,HO + 2HO.$$

Taurina ($C^4H^7AzS^2O^6$) si trova pure nella bile combinata all' acido colico; cristallizza in prismi romboidali incolori, è solubile nell' acqua e non nell' alcool ed etere, e contiene circa il 25 per 100 di solfo.

Guanina ($C^{10}H^{5}Az^{5}O^{2}$) si trova in tracce nel pancreas, si combina all'acido nitrico e forma un composto cristallizzato in aghi prismatici.

Tirosina ($C^{18}H^{11}AzO^{6}$) si trova nella milza nel pancreas e nel fegato; cristallizza in aghi bianchi e lucenti, è poco solubile nell'acqua ed insolubile nell'alcool ed etere, si combina agli acidi ed alle basi.

Leucina ($C^{12}H^{13}AzO^{4}$) si trova nella milza, pancreas, fegato, timo, tiroide, pulmoni e reni, cristallizza in lamelle romboidali ovvero in masse rotonde od in granuli, è solubile nell'acqua, acidi ed alcali, poco solubile nell'alcool ed insolubile nell'etere. Questa sostanza è compagna della tirosina, e rappresentano insieme i prodotti della decomposizione (anche artificiale) delle sostanze proteiche.

Cistina ($C^{6}H^{6}AzS^{2}O^{4}$) si può trovare nei reni, nell'urina e in certi calcoli speciali della vescica; cristallizza in lamelle o prismi esagonali, è insolubile nell'acqua e nell'alcool, è solubile negli acidi e negli alcali, coi quali si combina pure.

Allantoina ($C^{8}H^{6}Az^{4}O^{6}$) si rinviene nel liquido allantoideo dell'embrione; cristallizza in belli prismi romboidali incolori, è poco solubile nell'acqua, solubile nell'alcool ed insolubile nell'etere; sotto l'influenza del lievito si decompone in sali ammoniacali ed in urea.

Ipoxantina o *Sarcina* ($C^{10}H^{4}Az^{4}O^{2}$) si trova nel sangue, nei muscoli, fegato, milza, timo, tiroide, reni ed urina; forma sali cristallizzati cogli acidi azotico e cloroidrico, è solubile nell'acqua e poco nell'alcool, si scioglie facilmente negli alcali.

Xantina ($C^{10}H^{4}Az^{4}O^{4}$) si trova in diverse glandule, nei muscoli, nel cervello e nell'urina; coll'acido nitrico forma un sale, che cristallizza in lamelle esagonali; è pochissimo solubile nell'acqua ed insolubile nell'alcool ed etere.

Creatina ($C^{8}H^{9}Az^{3}O^{4}+2HO$) si trova nei muscoli, nel cervello, nei reni e nell'urina; è poco solubile nell'acqua fredda ed insolubile nell'alcool e nell'etere, cristallizza in prismi a base rettangolare, e si combina agli acidi; bollita negli acidi si muta in *creatinina*, perdendo 2 equivalenti di acqua, e la creatinina bollita nell'acqua di barite assorbe 2 equivalenti di acqua e si sdoppia in *urea* ed in *sarcosina*.

Creatinina ($C^{8}H^{7}Az^{3}O^{2}$) si trova nei muscoli e nell'urina, cristallizza in prismi romboidali obbliqui, si scioglie facilmente nell'acqua, e si combina agli acidi.

Acido ippurico ($C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$), abbonda nell'urina degli erbivori, ma si trova anche in quella dell'uomo; cristallizza in prismi sottili romboidali dritti, si scioglie bene nell'acqua calda e nell'alcool, è quasi insolubile nell'etere, ha reazione acida e colle basi forma sali solubili; riscaldato cogli acidi e cogli alcali assorbe 2 equivalenti di acqua e si sdoppia in acido benzoico ed in glicina.

Acido urico ($C^{10}H^{2}Az^{4}O^{6},2HO$) si trova nell'urina allo stato di urato di

soda, nel sangue, nei reni, nella milza ed in varii succhi di tessuti; allo stato puro cristallizza in piccole tavole romboidali incolore, con angoli un po' arrotondati, nell'urina questi cristalli sono rosso-bruni perchè impregnati della materia colorante; è quasi insolubile nell' acqua fredda e poco solubile nell' acqua calda. Essendo bibasico l'acido urico, forma sali neutri se si combina a due equivalenti di alcali, e sali acidi se si combina a un' equivalente di alcali e ad uno di acqua. L' acido urico (o gli urati) unito all' acido nitrico ed evaporato a dolce calore, lascia un residuo rosso, il quale coll' ammoniaca diventa roseo, e poscia violetto con un poco di potassa (reazione della *murexide*).

Urea ($C^2H^4Az^2O^2$) rappresenta l' ultimo grado di ossidazione delle sostanze proteiche nel corpo umano; abbonda nell' urina, e si trova pure nel sangue, chilo, linfa, sudore ec:, cristallizza in lunghi prismi a base rettangolare obbliqua, incolori e deliquescenti; è solubissima nell'acqua e nell'alcool, ed insolubile nell' etere; si combina all' acido nitrico e forma un sale cristallizzato in lamelle esagonali. L' urea si considera come un amide dell' acido carbonico; essa infine in presenza dei fermenti (*muco catarrale*) assorbe due equivalenti di acqua e si muta in carbonato di ammoniaca:

$$C^2H^4Az^2O^2 + 2HO = 2(AzH^3,CO^2).$$

ELEMENTI ANATOMICI DEL CORPO UMANO.

Il corpo umano, come si compone di elementi chimici, riconoscibili coll' analisi chimica, così si compone pure di *elementi anatomici*, riconoscibili coll'analisi microscopica. Questi elementi anatomici si dicono in generale *cellule*, e si possono trovare o come tali, ovvero nelle loro modificazioni e varietà. Di tutti questi elementi ciascuno rappresenta un piccolo organismo *completo*, anatomicamente e fisiologicamente, però solo in potenza e non in atto, val dire che d' ordinario questi elementi non possono menar vita libera ed indipendente, invece essi tutti sono riuniti in società e sono tutti solidali fra loro, in guisa da formare un tutt' uno, che si dice *Organismo*, cioè un ente gigantesco, parassita di tutti gli elementi anatomici, come alla loro volta questi ultimi sono tutti parassiti del primo; insomma tutti gli elementi cellulari del corpo hanno vita comune nell' organismo, come la vita di quest'ultimo non è altro che il risultato della vita dei singoli elementi anatomici, e le condizioni di vita di ciascun' elemento sono intimamente collegate colle condizioni di vita degli altri elementi cellulari, e quindi colle condizioni di vita di tutto l' organismo.

Cellula animale.

È l' *elemento anatomico dell' organismo*, ma può dirsi pure un' *organismo elementare,* giacchè da sè sola può rappresentare un' organismo tanto animale che vegetale completo (infusorii, alghe unicellulari), anzi gli stessi organismi complicatissimi nella loro origine non sono altro che una sola cellula.

Anatomicamente la *cellula animale* si può definire per quell' elemento microscopico, costituito nella sua forma tipica da un sacchettino o *membrana*, da una massa contenuta o *protoplasma*, e da un piccolo *nucleo* centrale , in cui talvolta si può scorgere anche un *nucleolo* (*f. 1.*). Il tipo di forma e di costituzione della cellula è l' *uovo*, in cui la membrana vitellina costituisce la parete, il vitello rappresenta il protoplasma, la vescicola germinativa il nucleo e la macchietta germinativa il nucleolo.

Così costituita la cellula, essa *si nutre*, *funziona* e *si riproduce*. La *nutrizione*, o lo scambio materiale, che la cellula deve subire col suo modo esterno, è affidata alla membrana, e, se questa manca , allo strato corticale del protoplasma che è il più resistente; il mondo esterno della cellula animale si è appunto il sistema di circolazione sanguigna. Ogni cellula più o meno, direttamente od indirettamente trovasi in relazione col sangue, e la barriera che separa il contenuto cellulare dal sangue è rappresentata dalla esile parete cellulare e dalla parete dei vasi capillari, entrambe porosissime e che si trovano a dividere due liquidi di diversa densità, val dire il protoplasma cellulare ed il plasma ematico; è naturale che per legge di *Osmosi* o di *Diffusione* (*legge* che si attua da per tutto e ad ogni istante nell' organismo , ed alla quale sono affidati gli atti nutritivi più importanti per la vita) i due liquidi non possono in tali condizioni rimanere indifferenti e tranquilli , invece si stabilisce una doppia corrente per cui dei materiali passano dal sangue nella cellula, ed altri materiali dalla cellula passano nel sangue. Nella cellula adunque lo scambio nutritivo è costituito dall' *introito* e dall' *esito*, e tanto l' uno quanto l' altro riguardano materiali liquidi e materiali gassosi; il sangue arriva alla cellula *arterioso,* cioè ricco di materie nutritive e di ossigeno, e se ne parte invece *venoso*, cioè ricco di materie ossidate escreabili e di acido carbonico ; quindi la cellula assorbe dal sangue materia nutritiva ed ossigeno, sottopone questa materia ad un processo più o meno attivo e più o meno lungo di ossidazione, e finalmente cede al sangue i prodotti della ossidazione, che sono le materie escreabili e l' acido carbonico ; onde *la cellula animale vive ossidando*, e da ciò lo sviluppo del calore.

La cellula oltre a subire lo scambio materiale col sangue, esplica pure una certa *funzione* speciale ; questa funzione si deve appunto al protoplasma. Cellule che hanno un protoplasma della stessa costituzione chimica, hanno pure la stessa funzione , e cellule che hanno protoplasma di diversa costituzione chimica debbono funzionare pure diversamente. In che diffe-

Digitized by Google

risce la funzione ad es. della cellula salivare dalla funzione di una fibrocellula muscolare? — La prima saccarifica l'amido, e la seconda si contrae. Ed a che si deve questa diversità di funzione? — Al contenuto o protoplasma, il quale nella prima ha un fermento, la *ptialina*, capace di saccarificare l'amido, e nella seconda un corpo albuminoide, la *myosina*, disposto in modo da dare la contrazione. La cellula, dopo assorbiti i materiali nutritivi dal sangue, li elabora in guisa da *assimilarli*, cioè da renderli per una virtù speciale (che ordinariamente si riduce ad un processo di ossidazione) identici a quelli che già in essa preesistevano; col fabbricare questi *materiali speciali* (e per lo più solo la cellula li sa fabbricare!) la cellula si pone nelle condizioni necessarie per funzionare come deve, o come richiede il tessuto o l'organo di cui forma parte.

L'attività del processo nutritivo nella cellula è proporzionato sempre alla funzione, le cellule che più funzionano (*glandulari, muscolari, nervose*) subiscono uno scambio nutritivo attivissimo, invece le cellule che funzionano poco (*cartilaginee, ossee, epiteliali*) presentano del pari uno scambio nutritivo torpido e scarso.

Infine la cellula animale, oltre al nutrirsi e funzionare, si *riproduce*. La riproduzione si deve appunto al nucleo, e può aver luogo nel corpo umano in due modi soltanto, cioè o per *scissione* o per *endogenia*, nel primo modo vi partecipa la membrana, e nel secondo la membrana (se anche esiste) rimane del tutto inerte.

Nella riproduzione per *scissione* o per *segmentazione* (*f. 17*) la cellula si allunga, il nucleo si strozza in un punto, poscia si divide, ed i due nuclei raggiungono d'ordinario i poli della cellula, allora il protoplasma e la membrana seguono anch'essi la divisione del nucleo, e tutta la cellula si scinde in due.

Nella *endogenia* (*f. 18*) invece il nucleo si divide prima in due, poi in quattro ec., indi ciascun nucleo si munisce di contenuto, e quando tutti gli elementi neoformati son fatti maturi la membrana cellulare (se esiste) si apre o si disfa, e la prole diviene libera.

In talune cellule di animali, e presso taluni infusorii si effettua anche la riproduzione per *gemmazione*, val dire che dal corpo della cellula madre (*f. 19*) sorgono uno o più bottoni, i quali prima vi si mantengono ancora uniti ciascuno mediante un picciuolo, e poscia se ne staccano, divenendo elementi cellulari liberi.

Le tre parti di cui si compone la cellula possono presentare delle accidentalità, indispensabili a conoscersi.

Dapprima riguardo alla *forma*, la cellula si presenta rotonda nell'uovo, poliedrica in molti parenchimi glandulari, poligonale nell'epitelio pavimentoso (*f. 2* e *16*), fusiforme nell'epitelio dei vasi (*f. 7*), a mo' di fibrocellula nei muscoli lisci (*f. 10*), cilindrica nell'epitelio nello stomaco (*f. 3*), conica con ciglia vibratili nell'epitelio della trachea (*f. 4*), conica con ca-

pelletto a poro-canali nell' epitelio dell' intestino tenue (*f. 5*), caliciforme anche nell' epitelio dell' intestino tenue (*f. 6*), dentata nello strato mucoso dell' epidermide (*f 8*) , stellata nei corpuscoli fissi del connettivo (*f. 9*), discoidale rotonda nei globuli rossi del sangue , infine i nemaspermi (*f. 11*) sono cellule speciali, costituite da nna testa e da un' unico e lungo ciglio vibratile a mo' di coda.

La grandezza della cellula è anch' essa varia, così nell' uomo i globuli rossi del sangue hanno per diametro 0mm,0069, le cellule nervose da 0mm,06 a 0mm,11, e l' uovo può giungere fino a 0mm,2256, rappresentando così la cellula più grande del corpo.

La *membrana cellulare* nelle cellule animali è sempre unica, quantunque nella cartilagine e nell' osso sembrasse doppia ; essa è sottile trasperente , anista, porosa, elastica, e secondo Donders risulterebbe a preferenza di elasticina ; la si può isolare e studiarne i caratteri sia premendo la cellula fresca, perchè scoppii , e perchè il contenuto fuoriesca , sia pure bagnando la cellula con liquidi che ne disciolgano il contenuto , come coll' etere per le cellule adipifere. Alle volte questa membrana è molto spessa e presenta dei poro-canali , come nell' uovo della Talpa (*f. 14*); altre volte manca come nei globuli del sangue , nei corpuscoli della linfa , del muco , del pus , e nelle cellule di varie glandule.

La membrana infine può essere munita di prolungamenti filiformi o di ciglia vibratili , e dar luogo al così detto *movimento vibratile ;* nel corpo umano le cellnle a ciglia vibratili (*f. 4*) si trovano nell' epitelio delle vie respiratorie , dell' apparecchio genitale , delle cavità dell' asse cerebro-spinale ec. Il movimento delle ciglia vibratili è oscillatorio , ma predominante sempre in un senso , nel quale senso vengono spinti e vengono avviati appunto sia i liquidi che i corpi solidi minuti , che si trovano in contatto colle dette ciglia. I nemaspermi poi sono cellule con nn solo e lungo ciglio vibratile (*f. 11*) , il quale oscillando o guizzando nel liquido , fa oscillare e nel tempo stesso spinge innanzi la testa. Il movimento vibratile viene ostacolato ed abolito da taluni agenti chimici, come l' acqua distillata, gli acidi, gli alcali concentrati, l' alcool, i sali stittici, l'acido carbonico ec.; e poi bisogna aggiungere gli eccessi di temperatura e le forti correnti elettriche , che operano nello stesso modo ; invece gli alcali allungati ed un moderato calore facilitano il movimento vibratile (1).

Il *contenuto o protoplasma* esiste sempre, anche ridotto ad un tenue stra-

(1) Per studiare bene il movimento vibratile degli epitelii, basta tagliare un lembo di mucosa faringea della rana e sottoporla al microscopio in un po' di liquido alcalino; verso i margini del preparato si osserva l'epitelio stratificato, di cui le cellule più superficiali sono conichè e munite di ciglia alla sola faccia libera; la vibrazione di queste ciglia dura più ore (negli animali poechilotermi), e si può osservare anche in una cellula isolata artificialmente.

to attorno al nucleo, esso è omogeneo, mucoso, con pochi granuli albuminoidei od adiposi nelle cellule giovani; invece nelle cellule adulte o vecchie, già funzionanti nell' economia, il contenuto può essere costituito da varie materie, come da emoglobulina nei corpuscoli ematici, da grasso nelle cellule adipifere, nelle quali la margarina può perfino presentarsi cristallizzata in aghetti (*f. 15*) dopo la morte, da pigmento nero nelle cellule della coroidea (*f. 16.*), da myosina nelle fibre muscolari, da keratina nelle cellule cornee, da fermenti nelle cellule salivari, peptogastriche e pancreatiche, e così via. L' acqua però, le materie albuminoidi, od i loro derivati, ed i sali, a prescindere dalla quantità, non mancano mai nel contenuto cellulare. Questo protoplasma, di cui lo strato periferico si mostra sempre più addensato e resistente, può presentare, massime nelle cellule senza membrana, il così detto *movimento sarcodico, protoplasmatico* od *amiboide* (cioè simile al movimento di un protozoa detto *Amoeba*); per osservare e studiare questo movimento nelle cellule vive come nei leucociti, nei corpuscoli del muco, del pus ec :, bisogna adoperare la *camera umida* del Reklingausen, la quale consiste in una lastra portaoggetti tutta opaca, meno nel mezzo ov'è trasparente ed ove bisogna porre gli elementi da studiare; sulla porzione trasparente della lastra si eleva un tubo di vetro abbastanza largo, il quale mentre coll' estremo inferiore combacia esattamente colla lastra, all' estremo superiore porta una ghiera di cautchouc, che abbraccia il microscopio e ne permette i movimenti. Il tubo è rivestito allo interno di carta bibula bagnata per mantenere umida l' atmosfera. Gli elementi amiboidi debbono esaminarsi in liquidi speciali, come l' umor acqueo, il siero del sangue, il liquido amniotico, i sieri delle cavità ec:, o pure la soluzione di zucchero (0, 75 p. 100 a 3 p. 100), la soluzione di cloruro di sodio o di fosfato di soda (1 p. 100 a 3 p. 100). Questi liquidi assieme agli elementi amiboidi si pongono sulla parte centrale del portaoggetti, e per mantenerli alla temperatura normale si adatta su quest' ultimo una cornice metallica, la quale per i suoi estremi viene riscaldata da apposite lampade.

Messi adunque nella camera umida ed a temperatura conveniente gli elementi amiboidi, se ne osservano con chiarezza i movimenti, i quali consistono in dentellature, bottoni, processi clavati (*pseudopodii*), che escono dalla cellula e poi vengono ritirati (*f. 12*), e la cellula così in totalità può cangiare di forma ad ogni istante, e può perfino locomuoversi cacciando dei processi e ritirandosi a poco a poco sugli stessi; se nel liquido si pongono dei granelli di materia colorante (cinabro, indaco) questi possono venire compresi ed incorporati nella massa sarcodica delle cellule amiboidi. La reazione acida del liquido, la concentrazione o diluzione dello stesso, il troppo riscaldamento o raffreddamento arrestano il movimento sarcodico.

Il *nucleo*, che ha d'ordinario la forma di una vescicola con contenuto albuminoideo, liquido, omogeneo e trasparente, può presentarsi rotondo, allungato, discoidale ec.; alle volte è tutto granuloso e convertito in una

massa solida; in certi casi non si vede perchè occultato dal contenuto della cellula, che è granuloso, adiposo, o pigmentato. Il nucleo serve, come si è detto, alla riproduzione della cellula, esso manca nelle cellule adulte e prossime a disfarsi, come nei globuli rossi del sangue dell'adulto, nelle cellule cornee (*f. 13*) ec.; invece in altri casi il nucleo può essere doppio o multiplo come nelle cellule della midolla delle ossa del feto, nei leucociti, nelle cellule di varie glandule ec. Infine spesso nel nucleo si osserva uno o più corpuscoli, che diconsi *nucleoli*, e che mentre per alcuni Istologi sarebbero degl' ispessimenti della parete del nucleo, per altri sarebbero rappresentati da minute vescichette o spazii vescicolari del nucleo stesso.

Tessuti animali.

Gli elementi cellulari nel corpo trovansi d'ordinario riuniti in *tessuti*, i quali risultano ciascuno da cellule tutte identiche, ed hanno naturalmente diverse proprietà e diversi caratteri anatomici a seconda le cellule che li compongono. Tutt' i tessuti del corpo si possono ridurre a tre classi:

1.ª *Tessuti risultanti dalla giustaposizione regolare delle cellule*;

2.ª *Tessuti risultanti da cellule e da materia intercellulare, secregata dalle stesse*;

3.ª *Tessuti speciali per costituzione anatomica e per origine.*

Nella *1.ª classe* vanno compresi quei tessuti, in cui non si scorge altro che cellule (o come tali o modificate) messe a mutuo contatto, senza sostanza intercellulare apparente o riconoscibile, ma necessaria a supporsi, almeno in traccia, tanto per spiegare la tenacità colla quale talvolta si presentano riuniti gli elementi. Questi tessuti sono in generale gli *Epiteliali*, cioè quei tessuti che rivestono sia la superficie esterna del corpo (*epidermide*), sia la superficie interna (*epitelio*), sia pure che costituiscono le appendici a queste superficie, quali i *peli*, le *unghie*, la *lente*, lo *smalto* e le *glandule*. Queste ultime, a vero dire, ripugna annoverarle fra i *tessuti*, essendo invece degli *organi* complicati, risultanti da diversi tessuti; però, se ben si riflette, la parte principale della glandula, quella che fornisce il prodotto specifico di secrezione, essendo precisamente l'*epitelio glandulare* o *di secrezione* (il quale poi non è altro che un'appendice a fondo cieco di un' *epitelio di rivestimento*), si può sotto questo riguardo annoverare le glandule fra i tessuti di semplici cellule.

Vi sono dei tessuti nel corpo, costituiti come gli epitelii di rivestimento, i quali constano d'ordinario di un solo strato e non di più strati di cellule, come i veri epitelii, e si rattrovano in cavità od in canali chiusi e non comunicanti col mondo esterno; questi epitelii semplici interni, come quello delle cavità sierose e dei vasi (che non comunicano collo esterno, nè dell'adulto, nè nell'embrione) diconsi, per distinzione, *endotelii*.

Nella *2.ª classe* si annoverano quei tessuti, in cui gli elementi cellulari

sono tenuti fra loro ad una certa distanza da una materia *intercellulare* speciale, secregata dagli stessi elementi, e che d'ordinario si riduce ad una materia collogena. Questi tessuti sono il *Connettivale*, il *Cartilagineo* e l'*Osseo* con tutte le loro modificazioni e varietà.

Infine nella *3.ª classe* vanno compresi tessuti di forma, di costituzione anatomica e di origine *speciale*, che val meglio descrivere, anzichè definire in generale; questi tessuti sono il *Nervoso*, il *Muscolare* ed il *Tessuto dei vasi capillari*.

Riguardo alla disposizione od alla distribuzione di tutti questi tessuti nel corpo umano, è necessario, affine d'intenderla, ridurre tutto il corpo dell'adulto al suo schema più semplice, e proprio qual'era in principio di sua formazione, cioè nell'embrione.

Il corpo umano *schematicamente* può essere rappresentato da un tubo a pareti molto spesse (*f. 20*), munito di un'apertura di ingestione *a* e di un'altra di egestione *c*; in questo tubo si distingue naturalmente una superficie esterna o *dermica d*, ed una superficie interna o *mucosa m*. Tutta la spessezza poi della parete del tubo si distingue (nettamente nell'embrione) in tre foglietti, uno *interno i*, uno *medio m*, ed uno *esterno e*; il primo e l'ultimo foglietto sono sottili, e costituiscono la superficie interna (*epitelio*) e la esterna (*epidermide*) del corpo, il foglietto medio invece è molto spesso. Dai due foglietti, esterno ed interno. emanano le appendici faneriche (*peli*, *unghie*) e gli organi di secrezione (*glandule*); dippiù mentre la superficie esterna presenta in più punti delle emanazioni, atte a costituire gli organi dei sensi *s*; la superficie interna invece lascia notare soltanto due grosse emanazioni od appendici, una prossima all'apertura di ingestione (*apparecchio respiratorio r*), ed un'altra presso l'apertura di egestione (*apparecchio uro-genitale u*). Il foglietto medio poi, che tocca l'interno e l'esterno, risulta di una impalcatura o stroma di tessuto connettivo, esteso dall'epidermide insino all'epitelio, stroma, che contiene: 1° l'apparecchio di locomozione (muscoli, ossa, cartilagini ec.), 2° l'apparecchio di innervazione (asse cerebro spinale e nervi periferici), e 3° l'apparecchio di irrigazione (vasi sanguigni, chiliferi, linfatici e cavità sierose).

Ciò posto (1), i tessuti della *1ª classe* si trovano alla superficie interna ed esterna del corpo, cioè a dire appartengono ai foglietti esterno ed interno embrionale, assieme alle loro appendici od emanazioni, i soli endotelii, come si è detto, sono tessuti di semplici cellule e si trovano confinati in canali o cavità non comunicanti coll'esterno; i tessuti poi della *2ª* e della *3ª classe* si trovano allogati tutti nel foglietto mediano, che è molto spesso, e perciò restano chiusi tutti dal foglietto esterno e dall'interno, senza poter avere alcuna relazione diretta col mondo esterno.

(1) Questa idea schematica del corpo diverrà chiarissima dopo lo studio dell'Embriologia.

Digitized by Google

Qui dovrebbe seguire la descrizione metodica delle tre classi di tessuti, ma siccome della descrizione di ciascun tessuto val meglio occuparsi nel trattar dei singoli organi per studiarne immediatamente e con profitto la funzione, così è che qui viene tralasciata questa descrizione abbastanza lunga; soltanto del *tessuto connettivo*, che è l'inevitabile nel corpo umano, e che forma lo stroma ed il mezzo di sostegno di ciascun organo, bisogna occuparsi necessariamente in questo punto, prima di incominciare a trattare delle singole funzioni.

Tessuto connettivo.

(*Tessuto unitivo, cellulare, germinativo*) — E il tessuto più diffuso nel corpo umano; esso forma lo stroma od il basale di tutto l'organismo, e si estende da sotto della superficie esterna del corpo (epidermide) fin sotto la superficie interna (epitelio).

Il tessuto connettivo, come tutti quelli della 2ª classe, consta di cellule e di sostanza intercellulare; le cellule si distinguono in *fisse* e *mobili* le prime (*corpuscoli di connettivo*) sono fusiformi o leggermente stellate (*f.21. a*) ed hanno uno o più nuclei, un contenuto di materia albuminoide, e processi canaliculari comunicanti, dippiù questi corpuscoli fissi sono fino ad un certo punto contrattili; le cellule *mobili* poi (*leucociti*) si trovano d'ordinario attorno alle fisse (*f.21.b*) in numero variabile, hanno o pur no il nucleo, sono granulose, prive di membrana, e presentano distinti movimenti amiboidi. La sostanza intercellulare (*f.21. c*) risulta a sua volta di una parte *finamente fibrillare*, e di una parte *omogenea;* la prima si vede meglio trattando il connettivo (massime tendineo) coll'acqua di calce o di barite, che scioglie la sostanza omogenea e rende libere le fibrille, e la seconda, avendo la proprietà di ridurre i sali d'argento, diviene nera alla luce quando si tratta con soluzione di nitrato d'argento; la prima bollita a lungo dà la *gelatina*, e la seconda invece contiene *mucina*, la quale s'intorbida coll'acido acetico; quest' ultima costituirebbe il cemento fra le fibrille.

La sostanza intercellulare del connettivo, così costituita, presenta una disposizione anatomica speciale; essa viene secregata naturalmente dai corpuscoli fissi del connettivo (1), e nel depositarvisi allo intorno si arresta ad una certa distanza dai corpuscoli stessi e dai loro processi canaliculari; ne risulta perciò, un sistema di lacune ramificate o di spazii, detti *canali umoriferi del connettivo* (Recklinghausen) (*f. 21.*) Questi canali o lacune che, contengono i corpuscoli connettivali, sono tutti comunicanti, tanto che basta introdurre la punta d'una siringa piena di liquido colorato o di mercurio nel tessuto connettivo, e spingere leggermente il materiale, per vedere

(1) Nel connettivo embrionale le cellule sono rotonde, nucleate, senza processi, e sono tenute unite da poca sostanza omogenea e non fibrillare.

tutto il tessuto infiltrarsi di liquido d' iniezione ; normalmente questi canali o spazii comunicanti sono tutti ripieni di un liquido alcalino fibrinoso, di composizione analoga al plasma ematico, nel quale liquido appunto si veggono nuotare e muoversi i corpuscoli mobili o leucociti. Tutte queste lacune o canali umoriferi sono in comunicazione, anzi costituiscono *l'origine dei vasi linfatici*, giacchè praticando l'iniezione, come già si è detto, una porzione del liquido si vede avviarsi precisamente nei piccoli vasellini linfatici.

Questa descrizione tipica del connettivo presenta nel corpo umano varie *modificazioni*, che sono: il connettivo *mucoso*, l'*adenoide*, l'*areolare*, il *compatto* ed il *trasparente*.

Il connettivo *mucoso*, o *gelatinoso* (*f. 22.*), si trova nel feto ad involgere i tre vasi del funicolo ombelicale, ove costituisce la così detta *gelatina del Warthon*, e nell' adulto si rinviene appena riconoscibile nell' umor vitreo dell' occhio ; al microscopio si presenta con corpuscoli grossi, nucleati, rotondi, o pure a corte braccia comunicanti, e la sostanza intercellulare omogenea e trasparente (*mucina*) è molto abbondante; colla ebollizione questo tessuto non dà mai gelatina, e s' intorbida col calore, coll' alcool e coll' acido acetico. Il connettivo mucoso può passare per modifica delle sue cellule e della sua sostanza intercellulare a connettivo areolare e compatto.

Il connettivo *adenoide* è detto così perchè rappresenta una glandula linfatica sparpagliata; si rinviene in gran copia nel connettivo della mucosa intestinale, e costituisce il tessuto degli organi emato e linfo-poietici (follicoli linfatici solitarii ed agminati, tonsille, timo, tiroide, milza, capsule surrenali ec:). Al microscopio (*f. 26*) si presenta costituito da un reticolato sottilissimo e delicatissimo, le cui trabecole risultano di fibrille e di piccoli corpuscoli fissi, reticolato che comprende ampie lacune, tutte piene di plasma e corpuscoli liberi o leucociti in diverso stadio di sviluppo (*connettivo lucocitogeno* o *citogeno*) ; insomma in esso la sostanza intercellulare è scarsa, e le lacune coi corpuscoli mobili sono molto abbondanti. Questo tessuto dà leucociti e sostanza fibrinogena.

Il connettivo *areolare* (*ordinario, laminoso, cellulare, fibrillare*) costituisce il cemento od il mezzo di unione fra le singole parti del corpo, onde si trova in mezzo ai muscoli, sotto la pelle, sotto le mucose, sotto le sierose ec. Consta di fili o lamelle cedevoli ed intrecciate fra loro; le lacune sono piuttosto grandi, i corpuscoli fissi in piccolo numero ed i mobili scarsi; si potrebbe dire che in questa specie di connettivo i corpuscoli sono in una giusta proporzione colla sostanza intercellulare. Questo connettivo mediante le sue lacune è tutto comunicante nel corpo, come lo dimostrano appunto le iniezioni di aria.

Il connettivo *compatto* costituisce i tendini, i legamenti, le aponevrosi, le capsule ecc.; risulta di funicoli, o nastri, o fasci di sostanza intercellulare compatta, dura, tenace, inestensibile e resistente, fra i quali fasci si

trovano pochi corpuscoli fissi comunicanti pei loro processi, e pochissimi corpuscoli mobili; le lacune o gli spazii canaliculari comunicanti sono piuttosto angusti, ma si veggono distintamente sopratutto nelle sezioni trasversali dei tendini (*f. 23-24*). In questo tessuto la sostanza intercellulare supera di molto in proporzione gli elementi cellulari.

Il connettivo *trasparente* infine si trova nella cornea; in esso la sostanza intercellulare è ridotta a lamelle sovrapposte, compatte, omogenee e trasparenti come il vetro, fra le quali trovansi appunto i corpuscoli fissi ed i mobili; i corpuscoli fissi corneali sono stellati o fusiformi, comunicanti fra loro, e sotto la irritazione dei nervi della cornea eseguono distinte contrazioni (*f. 25*). Colla ebollizione questo tessuto dà la *condrina*.

Il connettivo per metamorfosi o per contenuto speciale delle sue cellule può assumere diversi nomi, e costituire così diversi tessuti, i quali per l'origine non si riducono ad altro che al connettivo; questi tessuti o varietà del connettivo sono: l'*adiposo*, il *pigmentale* e l'*elastico*.

Il tessuto *adiposo* (*f. 27*) si trova a preferenza sotto la pelle, attorno alle articolazioni, nell'epiploon ec.; al microscopio presenta cellule grosse, molto refrangenti, le quali hanno per contenuto una sola e grossa gocciola di grasso, e questa per la pressione che esercita respinge il nucleo contro la membrana, e spesso l'occulta; trattate coll'etere queste cellule, il contenuto si discioglie e vien portato via dal solvente; questo contenuto nelle cellule adipifere del cadavere presenta spesso i cristalli aghiformi di *margarina*. Se l'individuo vien preso da consunzione o da dimagramento (come succede degli uccelli alla fine delle loro migrazioni), allora le cellule adipifere perdono l'adipe e ritornano a corpuscoli fissi di connettivo.

Il connettivo *pigmentale* nell'uomo (*f. 28*) si trova normalmente nello strato esterno della coroidea dell'occhio; le sue cellule sono stellate, fusiformi, nucleate, ed hanno un protoplasma costituito da un'accumolo più o meno fitto di granuli neri di *melanina*.

Il tessuto *elastico* in ultimo (*f. 29*) si trova a preferenza nei legamenti; è costituito da fibre, fili o nastrini elastici, giallastri, nucleati, flessuosi, che si accartocciano quando si spezzano, e che resistono all'azione dell'acido acetico, alla cottura, e per fino alla macerazione; essi contengono la *elasticina* od *elastina*. Il tessuto elastico può trovarsi pure ridotto in sottilissime membrane aniste, trasparenti ed omogenee, come la basamentale degli epitelii, la fenestrata delle arterie ec.

Digitized by Google

PARTE PRIMA

FUNZIONI VEGETATIVE

Le *funzioni vegetative* vengono trattate secondo il loro ordine naturale, incominciando cioè dalla introduzione nel corpo del materiale nutritivo ossidabile, seguendone poscia tutte le metamorfosi e le destinazioni, e terminando colla escrezione dei prodotti ossidati, divenuti inutili e nocivi per l'organismo. Quindi si tratta in prima dell'*Alimentazione*, poscia della *Digestione*, dell'*Assorbimento*, della *Circolazione*, della *Respirazione*, ed in ultimo della *Secrezione*.

CAPITOLO I.

ALIMENTAZIONE

§ 1° — *Generalità sugli alimenti e loro divisione.*

L'organismo umano andando soggetto continuamente a perdite per l'ossidazione delle materie del suo corpo, deve rimpiazzare queste ultime con corrispondenti introiti; questo rimpiazzo del materiale, necessario per la ricostituzione dei tessuti e per la ossidazione organica, questo rimpiazzo indispensabile per la vita, dicesi *alimentazione*. Per non alimentarsi l'uomo dovrebbe cessare di funzionare (volontariamente ed involontariamente), ma ciò *a priori* è impossibile, essendo egli un'*animale*, e quindi un'organismo ossidatore, fatto appunto per rendere *attiva* la forza *latente*, accumulata dal regno vegetale. L'uomo adunque necessariamente deve alimentarsi

essendogli del tutto impossibile non spiegare forza attiva; soltanto bisogna riflettere che la copia e la qualità dell' alimento debbono essere proporzionate alla quantità di forza attiva, resa da ciascun' individuo. Una sostanza introdotta nel corpo di un' individuo si dirà di gran valore alimentare, se, subendo le successive metamorfosi, sprigiona gran copia di forza attiva; al contrario si dirà di piccolo valore alimentare se ne sprigiona poca. Quindi il *valore* dell' alimento è in ragione, non della facilità colla quale si ossida, ma della quantità di forza attiva che può sviluppare ossidandosi.

L' *alimento* per dirsi tale, cioè per essere la sostanza capace di riparare, direttamente o dopo elaborazione speciale, le perdite dell' organismo, deve soddisfare alle seguenti quattro condizioni: 1.ª deve essere *digeribile*, cioè solubile od almeno riducibile a tale stato di attenuazione, da potere attraversare le pareti del canale digerente ed essere assorbito nell' apparecchio della circolazione; 2.ª dev' essere *affine* per composizione chimica e per caratteri alle materie che già si trovano a far parte dell' organismo (sostanze innocue, come la gomme, le mucillagini ecc., che non sono affini alle materie del corpo, cioè che non hanno un termine di riscontro nell' organismo, non sono materie alimentari); 3.ª dev' essere *ossidabile*, ovvero capace di sostituire nel corpo materie inossidabili perdute, come sono appunto i sali; e 4.ª dev' essere *innocua*, anche in piccola quantità, e ciò a differenza dei veleni.

Nell'alimentazione si distinguono gli *alimenti semplici*, gli *alimenti composti* ed i *cibi*; i primi corrispondono ai principii immediati che ci offre tanto la chimica organica che inorganica, come albumina, gelatina, stearina, amido, glucosio, alcool, cafeina, acqua, cloruro di sodio ec.; i secondi corrispondono alle miscele naturali dei primi, come latte, carne, uova, legumi, cereali, frutta ec.; ed i terzi infine sono appunto le miscele alimentari artificiali, che si prepara l' uomo.

La *preparazione* dell' alimento ha per iscopo ordinariamente di rendere il cibo facile a digerirsi, gradito, e il più che sia possibile sano e sicuro. Ciò si ottiene mediante il *cuocere* e l'*aromatizzare*; con questi due mezzi gli alimenti divengono sicuri per l' individuo, giacchè se contengono germi di parassiti, o se sono in un' incipiente grado di putrefazione, la cottura ammazza quei germi ed arresta la decomposizione; divengono più attaccabili dai succhi della digestione, infine divengono oltremodo sapidi e stimolanti, e quindi provocano abbondante fuoriuscita di liquidi digerenti.

Com' è naturale, l' uomo civilizzato nella sua vittitazione rare volte introduce nel suo corpo alimenti semplici, più di frequente fa uso di alimenti composti, ed ordinariamente mangia cibi, preparandoseli come meglio crede, sia per ragione che per semplice istinto.

L' uomo fa uso ogni giorno del così detto *alimento perfetto*, pel quale si deve intendere tale miscela qualitativa e quantitativa di sostanze alimentari, atta a sostituire ovvero ad equiparare *esattamente* (sempre però con un

poco di eccesso) la materia organica perduta per il processo di ossidazione, ed in generale per l' esercizio della vita. La natura offre all' uomo *due tipi di alimento perfetto*, secondo i quali egli deve regolare la sua alimentazione; questi *tipi* sono, l' *uovo* ed il *latte*, il primo da cui trae il nutrimento l' individuo nei primordii di sua formazione, ed il secondo che serve esclusivamente a nutrire l' individuo per un certo tempo dopo la nascita. Il pulcino costruisce tutte le parti, necessarie pel corpo di un' animale, unicamente dall' uovo; ed il bambino, dopo nato, cresce giorno per giorno, e rigogliosamente, soltanto a spese del latte della madre.

Tanto l' *uovo* che il *latte* risultano, oltre l' *acqua*, di quattro costituenti solidi in diverse proporzioni, cioè: 1° *albuminoidi*, 2° *grassi*, 3° *idrati di carbonio*, e 4° *sostanze minerali*.

Nell' alimentazione *perfetta* adunque dell' uomo debbono necessariamente entrare come costituenti (oltre l' *acqua*): 1° gli *albuminoidi* ed i *loro derivati*, 2° i *grassi*, 3° gl' *idrati di carbonio* ed i *loro derivati*, e 4° le *materie minerali*. E questa è la classifica più naturale degli alimenti, senza incaricarsi se questi provengono dal regno vegetale od animale (essendo l' uomo *omnivoro*), giacchè la composizione chimica è presso a poco la stessa (1).

Prima d' incominciare a parlare dei singoli alimenti, bisogna dire cosa significa alimento *diretto* ed *indiretto*. Dicesi alimento *diretto* quella sostanza che introdotta nel corpo serve direttamente sia alla costituzione dei tessuti che al processo di ossidazione, invece per alimento *indiretto* s' intende qualunque sostanza aromatica od eccitante, la quale quantunque per sè non sia alimento, pure facilita di molto la digestione dei varii alimenti, o pure assorbita nel sangue eccita diversi organi alla loro funzione, e quindi ne attiva di molto il processo nutritivo (alcool, cafeina); alcuni di questi alimenti indiretti però, oltre al compiere gli ufficii già indicati, recano un altro bene all' economia, val dire che essendo combustibilissimi, come l' alcool, si ossidano facilmente nel sangue, in tutto o in parte, e risparmiano così o ritardano la ossidazione di altre materie più importanti.

(1) Oggidì è abbandonata la classifica del Liebig, cioè di alimenti *plastici* (albuminoidi), e di alimenti *respiratorii* (grassi ed idrati di carbonio), giacchè, non tanto gli idrati di carbonio, quanto i grassi formano nell' organismo parte integrante di certi tessuti ed organi, come fanno gli albuminoidi, ed anche questi ultimi, come i primi vanno soggetti al processo di ossidazione organica.

Digitized by Google

§ 2° — *Alimenti semplici.*

Ecco in un quadro gli *alimenti* semplici, di cui ordinariamente l'uomo fa uso (1):

1° PRINCIPII ORGANICI						
ALBUMINOIDI	GELATINOSI	GRASSI	IDRATI di carbonio	ACIDI organici	ALCOOLI ed essenze	SOSTANZE alcaloidee e pigmenti
Albumine Globulina Vitelline Myosina Fibrine Glutine Caseine Legumina Syntonina — Emulsina Diastasi = Protagono Myeline	Gelatine Ossina Condrina Elasticine	Stearina Margarina Oleina Palmitina Butirina Caproine	Amido Glicogeno Inulina Destrina Glucosio Saccarosio Lactosio Inosite Pectosa Pectina Cellulosa Gomma	Lattico Inosico Acetico Citrico Tannico Gallico Malico Vinico Pectico Tartrico Ossalico Benzoico	Al Etilico Colesterina = Essenze di erbe. di frutte. di semi.	Xantina Ipoxantina Creatine Creatinina — Caffeina Teina Teobromine Piperine = Ematine Clorofilla e loro derivati

2° PRINCIPII MINERALI					
BASI			ACIDI		
Potassa Soda	Calce Magnesia	Allumina Ossido di ferro	Fosforico Solforico	Carbonico Silicico	Cloridrico Fluoridrico
Acque					

Alluminoidi — Gli albuminoidi alimentari provengono in maggior copia dal regno animale ed in minor copia dal regno vegetale; gli albuminoidi

(1) Questo quadro, tranne qualche modifica, è stato tolto dall'opera del Pr. Albini.

alimentari sono: l'albumina dell' uovo e del siero, l'albumina vegetale, la globulina o cristallina, la vitellina, la myosina, la fibrina del sangue, la glutina o fibrina vegetale, la caseina del latte, la legumina o caseina vegetale, e la syntonina.

L' *albumina* del siero si trova nel sangue (70 a 80 p. 1000) e nei liquidi effusi immezzo ai tessuti animali (carne, visceri, glandule ec:); l'albumina dell' uovo si trova nella massa di albume che circonda il tuorlo, massime nelle uova degli uccelli (circa il 13 p. 100); l'albumina vegetale infine si trova in discreta quantità in molte frutta carnose, erbe e semi, sopratutto nei cereali, nelle castagne ec:. La *globulina* si rinviene nei globuli ematici e nella lente cristallina. La *vitellina* rappresenta la sostanza albuminoide caratteristica del tuorlo dell'uovo (circa il 17 p. 100); essa secondo Lehmann risulterebbe di albumina e di caseina. La *myosina* è la materia albuminoide principale e speciale della carne, o meglio della fibra muscolare, nella quale trovasi allo stato liquido normalmente, ma passa allo stato solido per lo sviluppo dell'acido lattico nella carne dopo la morte, e dà luogo alla rigidità cadaverica. La *fibrina*, come si estrae coagulata dal sangue (2 a 3 p. 1000), dalla linfa, o del plasma di varii tessuti, è una materia albuminoide che risulta dall'azione del fibrinoplasto sul fibrinogeno (Schmidt); è filamentosa, tenace, elastica, bianco-grigiastra, insolubile nell'acqua e solubile negli alcali. La *glutina* poi, o fibrina vegetale, somiglia alla fibrina animale, ma non ne ha di comune la genesi od il modo di formazione; essa si trova nei semi, massime dei cereali, e si estrae dalla loro farina, mercè lunga manipolazione di quest' ultima, chiusa in un pannolino, sotto un filo d'acqua; l'amido vien portato via dall'acqua, e rimane nel panno la glutina (od il glutine) elastica, grigiastra, filante, tenace ed attaccaticcia; si scioglie bene nell'acido acetico, e nell'alcool a caldo, dal quale ultimo si precipita in gran parte col raffreddamento. La *caseina* è appunto l'albumina del latte (circa 8 p. 100), nel quale si trova d'ordinario in gran parte sciolta, ed in piccola parte coagulata sia in piccoli granuli liberi, che attorno ai globuli; essa contiene circa 0,85 p. 100 di solfo, ed è combinata ad una proporzione notevole di fosfato calcare (4 a 6 p. 100); dippiù questa sostanza sciolta nel latte, si rapprende e diviene solida per l'azione degli acidi (aggiunti o sviluppati nello stesso latte) e per azione sopratutto del succo gastrico. La *legumina* si trova nei legumi (fino a 18 p. 100), dalla cui farina si estrae, mercè aggiunta di acido acetico, dopo lo spappolamento e la digestione nell'acqua tiepida; la legumina si dice pure caseina vegetale, perchè le sue soluzioni riscaldate non coagulano in massa, ma solo alla superficie, in un modo analogo cioè alla caseina del latte. La *syntonina* infine, come il risultato della digestione degli albuminoidi solidi nell'acqua calda acidulata appena coll' acido cloroidrico, viene di raro adoperata dall' uomo, come ad es. negli estratti liquidi di carne.

Ai veri corpi albuminoidi si potrebbero aggiungere due sostanze azo-

Digitized by Google

tate, entrambe solubili nell' acqua, che operano da fermento, e sono la *diastasi* e la *synaptasi* od *emulsina*; la prima si rinviene in gran copia nei semi in germinazione, ed ha la virtù di cambiare l' amido in destrina e poi in glucosio; la seconda invece si trova nelle mandorle amare e dolci, ove operando su di un' altra sostanza, cui è unita, cioè l' *amigdalina*, la decompone in acido cianidrico, essenza di mandorle amare, acido formico, glucosio ed acqua. (1)

Il *protagono* infine e la *mielina*, così diffusi, massime nel tessuto nervoso, possono con quest' ultimo far parte dell' alimentazione dell' uomo.

Gelatinosi — La *gelatina* ricavata dal connettivo, la gelatina ricavata dalle ossa, detta per ciò *osseina*, e la *condrina* estratta dalla cartilagine, quando vengono ricavate *pure* colla ebollizione prolungata (nel digestore di Papin), e ridotte in tavolette vitree e trasparenti, riescono poco o nulla alimentari (sebbene si disciolgano nel succo gastrico e si mutino in peptoni); invece allo stato naturale, cioè nei tessuti animali gelatiniferi sono un ottimo alimento assimilabile, sia perchè unite alle sostanze albuminoidi ed ai sali dei detti tessuti, sia pure perchè non assoggettate ad alcun trattamento esagerato, che può in un modo qualunque alterare le sostanze organiche naturali pel solo scopo di prepararle pure. La *keratina*, la *mucina* e la *elasticina* secondo la più parte degli Autori, e secondo l' esperienza diretta, non sono sostanze alimentari, perchè non si disciolgono nel succo gastrico; soltanto la elasticina, sciogliendosi a caldo nell' acqua acidulata con ac. cloroidrico, lascia almeno sospettare che nello stomaco possa in parte disciogliersi.

Grassi — I grassi alimentari provengono dal regno animale e dal regno vegetale; i primi sono l' adipe diffuso nel corpo, ed il burro che si cava dal latte; i secondi invece si riducono agli olii, che si ricavano da semi o da frutta, massime dalle ulive. L' adipe degli animali erbivori, da cui si cava il sego, e l' adipe del maiale da cui si cava la sugna, risultano di oleina, di margarina e di stearina, con predominio di quest' ultima; questi grassi alla temperatura del corpo sono liquidi, ma alla temperatura media dell' ambiente divengono solidi. Il burro del latte si compone a preferenza di margarina (68 p. 100) e poi di butirina, e di tracce di caprina e di caproina. L' olio di ulive, che è il principale grasso vegetale, di cui l' uomo fa uso, risulta a preferenza di oleina, e poi di margarina e di tracce di palmitina. Infine da' vegetali si possono ricavare grassi solidi alla temperatura

(1) Bernard iniettando in una vena di un coniglio 7 a 8 centigr. di emulsina sciolta in 5 a 10 gram. di acqua, ed iniettando poi per un' altra vena 50 centigr. di amigdalina sciolti in 8 a 10 gram. di acqua, è riuscito ad ottenere la morte per intossicazione cianidrica.

Digitized by Google

ordinaria, come ad es. il burro di cacao, il quale risulta esclusivamente di stearina e di oleina.

I corpi grassi presentano varie proprietà, fra le quali bisogna ricordare la saponificazione, l'irrancidimento, la decomposizione ad alta temperatura e l'emulsionamento. Quest'ultima proprietà si riconosce agitando un grasso liquido nell'acqua, la quale tenga in dissoluzione un corpo albuminoide mercè la presenza di un'alcali; il grasso si divide così meccanicamente in tante minute e microscopiche goccioline, le quali, se l'agitazione si operasse nell'acqua semplice, si riunirebbero fra loro e si ridurrebbero a galla col riposo del liquido, ma trovandosi in un liquido alcalino albuminoso, le goccioline restano così divise, giacchè attorno a ciascuna di esse si formano due membranelle, una sottile interna, e l'altra più spessa esterna; la prima è un velamento di grasso saponificato per il contatto coll'alcali, e la seconda risulta di materia albuminoide precipitata. Aggiungendo dell'etere ad una emulsione, questo scioglie poco o nulla di grasso; invece aggiungendo dell'etere dopo aver trattata l'emulsione con un'eccesso di alcali, l'etere scioglie ed estrae dal liquido tutto il grasso, avendo l'alcali disciolta la membranella di sostanza albuminoide, e messa così a nudo la materia grassa.

Idrati di carbonio — Gl'idrati di carbonio alimentari sono l'amido, la destrina, gli zuccheri, la cellulosa, le gomme ec.

L'*amido* abbonda nel regno vegetale e manca negli animali; si trova a preferenza nei semi cereali, legumi), nelle frutta e nei tuberi, nel quale ultimo caso dicesi *fecola*. Esso è contenuto nelle cellule, e si presenta in granuli incolori e trasparenti, di forma e di volume variabili (da $0^{mm},002$ a $0^{mm},185$), ma caratteristici per ciascuna pianta, onde collo esame microscopico si può giudicare della provenienza. Questi granuli sono globosi, ovoidali, oblunghi od anche poliedrici per la mutua compressione; ciascun granulo di amido è un corpo solido, costituito da zone o capsule concentriche, immezzo alle quali si nota un punto avvallato detto *ilo* od *ostiolo*. L'amido si estrae dalla farina dei cereali, chiudendo quest'ultima in un pannolino e sottoponendola ad un filo di acqua; dopo prolungato lavaggio, il glutine rimane nel panno, e l'amido vien portato via dall'acqua; questa, raccolta in un recipiente, col prolungato riposo lascia depositare tutto l'amido, il quale, dopo la decantazione, si lava ripetutamente su di un filtro con acqua ed alcool, e poscia si dissecca e si conserva puro. Quando l'amido si fa cuocere nell'acqua a 100°, i suoi granuli si presentano al microscopio colle capsule tutte gonfie, aperte e sfaldate, e se l'acqua è poca, come 1 di amido in 10 a 15 di acqua, allora i granuli così rigonfiati formano una massa bianca, semitrasparente, attaccaticcia, che si chiama *colla d'amido*, la qnale in un eccesso di acqua forma una soluzione apparente, giacchè non passa attraverso membrane animali porose.

L'amido presenta una reazione caratteristica, cioè che trattato colla tintura di iodo acquista una bella colorazione azzurra (*ioduro di amido*), la quale scomparisce col riscaldamento (66°), e ritorna più sbiadita col raffreddamento, scomparisce coll' idrogeno nascente, coll' acqua di cloro, coll' acido solforoso, coll' idrogeno solforato, e coll'ammoniaca, nel quale ultimo caso il colore azzurro ritorna neutralizzando l' alcali coll' acido acetico.

L' amido riscaldato a lungo coll' acqua in un recipiente chiuso, alla temperatura di circa 170°, il liquido diviene trasparente, ed allorchè si si raffredda non diviene più azzurro col iodo; in tal caso l' amido si è mutato in un corpo della stessa composizione, ma di proprietà diverse, cioè nella *gomma di amido* o *destrina*, la quale è solubile nell' acqua, devia a destra il piano della luce polarizzata, e si colora col iodo in rosso-vinoso; la stessa metamorfosi ha luogo riscaldando l' amido a secco al calore di circa 200°, e poi continuando il riscaldamento fino a 230° la massa si rammollisce, sembra fondersi, si colora in rosso-bruno, e si muta così in *pirodestrina* (C^{48} H^{36} O^{36}, HO), sostanza che abbonda nella crosta del pane; anche gli acidi minerali diluiti ed a caldo mutano l' amido prima in destrina e poi in glucosio; infine certe sostanze proteiche, che operano da fermento, come la diastasi e la ptyalina, mutano prontamente l' amido in destrina e glucosio.

Oltre all' amido ordinario o fecola, se ne conosce una varietà appartenente alla famiglia delle Synanteree, ed è detta *inulina*, perchè abbonda nella radice della *Inula helenium*. Questa sostanza secca, ha la medesima composizione dell' amido, è insolubile nell' acqua fredda e solubile in gran copia nell' acqua bollente; cogli acidi e coll' acqua, a caldo, si muta facilmente in zucchero, ma non è capace di dare la destrina od una sostanza analoga.

L' uomo nella sua alimentazione fa uso di amido cotto, e non crudo, il quale ultimo soltanto dagli animali erbivori e dai granivori può essere digerito in gran parte, e neppure interamente, trovandosene una certa copia inalterata nelle fecce. Quest' amido cotto viene facilmente attaccato dai liquidi della digestione, massime dalla saliva e dal succo pancreatico, i quali in virtù del loro fermento saccarificante lo mutano in destrina, e poi in glucosio, che è una sostanza solubile e diffusibilissima. Secondo recenti vedute i granellini di amido sarebbero costituiti da due materie, la *granulosa* e la *cellulosa*, la prima formerebbe tutta la spessezza degli strati o capsule concentriche, laddove che la seconda costituirebbe sottilissime divisioni fra le stesse; la prima cotta si scioglierebbe nella saliva dell' uomo, e la seconda vi rimarrebbe inalterata.

Il *glicogeno* od *inulina epatica* si trova nel fegato; è una materia amilacea, o meglio analoga alla destrina, giacchè come quest'ultima si colora in rosso col iodo, e poi cogli acidi e coi fermenti si cangia facilmente in zucchero.

Le *gomme* (*arabina*, *cerasina*, *bassorina*) sono idrati di carbonio del

Digitized by Google

gruppo dell'amido; esse rimanendo inalterate nel tubo digerente e venendo espulse assieme agli escrementi, si possono considerare come non alimentari.

La *cellulosa* è del pari una sostanza del gruppo dell'amido; essa costituisce la parete esterna delle cellule vegetali; è insolubile nell'acqua ed in qualunque liquido, meno nel cupro ammoniacale (Schweitzer), bollita nell'acido solforico diluito acquista due equivalenti di acqua e si muta in glucosio. Nelle fibre vegetali la cellulosa diviene dura e ricca di materie minerali, in tal caso dicesi *legnosa*. La cellulosa perchè venga digerita nel canale alimentare dell'uomo dev'essere giovanissima (come nelle frutta, nei semi, nei tuberi ecc.), cotta ed in poca quantità; se invece si trova in condizioni opposte, si rinviene interamente nelle fecce.

Gli *zuccheri* costituiscono una parte essenziale nell'alimentazione, giacchè a quanto pare tutti gli idrati di carbonio non penetrano nel sangue se non allo stato di zucchero, e proprio di una varietà di zucchero qual'è il glucosio. Gli zuccheri, animali o vegetali che sieno, come si è detto innanzi, sono tutti solubili, cristallizzabili o no, capaci di fermentare direttamente od indirettamente, e di ridursi in alcool ed in acido carbonio, ovvero in acido lattico. Nell'alimentazione entrano varii zuccheri, sopratutto appartenenti al regno vegetale, come quello di amido o *glucosio*, che o giunge nel tubo digerente come tale (per trattamenti speciali cui è stato assoggettato l'amido), o pure si origina dall'amido per azione del fermento saccarificante della saliva o del succo pancreatico; lo *zucchero di uva*, lo *zucchero di frutta*, lo *zucchero di canna* o *saccarosio*, e poi qualche zucchero animale come il *lactosio* e l'*inosite*. Tra questi zuccheri quello di canna sopratutto, di cui l'uomo fa tanto uso, per l'azione dell'acido del succo gastrico si muta in glucosio, e così viene assorbito.

Infine tra gl'idrati di carbonio bisogna dire della *pectosa* e della *pectina* la prima è una sostanza neutra, insolubile nell'acqua che si trova in diverse radici (rape, carote), e massime nelle frutta carnose acerbe, nelle quali durante la maturazione si modifica, diviene solubile e passa allo stato di *pectina*; la stessa modifica subisce la pectosa per l'azione della cottura, la quale rendendo anche di più facile digestione la cellulosa, le frutta divengono così abbastanza digeribili e grate. La pectina trattata cogli alcali allungati a freddo si muta in un'acido gelatinoso, detto *acido pectico*.

Acidi organici— Gli acidi organici che entrano nell'alimentazione provengono sia dal regno animale, che dal regno vegetale; i primi sono l'acido lattico e l'acido inosico, invece i secondi sono l'acido acetico, il citrico, il tannico, il tartrico, il pectico, il benzoico e l'ossalico.

L'acido *lattico* ($C^6H^6O^6$) si forma semprechè il lactosio, il glucosio, ed anche lo zucchero di canna subiscono la fermentazione lattica per l'azione di un fermento particolare vegetale (*fermento lattico*); questa fermen-

tazione viene di molto facilitata dalla temperatura di 30° a 35°, e dell' aggiunta di una materia albuminoide (caseina). L' acido lattico si trova nel latte inacidito e nel succo della carne (in quest' ultimo caso dicesi piuttosto acido *paralattico*), si trova pure in varie parti di piante fermentate, come nel succo della barbabietola, e nel succo dei cavoli (Sauerkraut). Esso è un liquido incoloro, che si combina facilmente alle basi, dando diversi sali.—L'acido *inosico* è un liquido sciropposo, non cristallizzabile, solubile nell' acqua, e cogli alcali forma degli *inosati*; ha un sapore di brodo di di carne molto grato, e bruciato su di una lamina di platino, si scompone e spande l' odore caratteristico dell' arrosto. L' *osmazoma* della carne, che è il complesso della sostanze estrattive della stessa, deve il suo sapore ed il suo odore alla presenza dell' acido inosico.—L' acido *acetico* ($C^4H^4O^4$) è il principio acre dell' aceto; l' alcool ordinario assorbendo 4 equiv. di ossigeno dà luogo all' acido acetico ed all' acqua: $C^4H^6O^2 + O^4 = C^4H^4O^4 + 2HO$. Questa fermentazione viene provocata dallo sviluppo di un fermento vegetale azotato, detto *mycoderma aceti*. L' acido acetico è un liquido cristallizzabile, acidissimo, di odore penetrante, e colle basi forma varii *acetati*. L' *aceto* è una soluzione diluita di acido acetico (quando è buono ne contiene circa un ventesimo), più contiene materie coloranti, diversi aromi, tartrato acido di potassa, solfati e cloruri; l' aceto ha la proprietà di rammollire e di sciogliere per fino gli albuminoidi, eccetto la caseina e massime la legumina, che invece s' indurisce, onde è utile unirlo alla carne, alle uova, ma non al latte ed ai legumi; del pari l' aceto, come gli altri acidi, facilitando la metamorfosi dell' amido e della cellulosa in zucchero, è indispensabile unirlo alle erbe fresche.— L' acido *citrico* ($C^{12}H^5O^{11},3HO$), l' acido *ossalico* (C^4O^6+2Aq), e l' acido *tartrico* ($C^8H^4O^{10},2HO$) si riscontrano spesso insieme in molti succhi di vegetali, e massime nelle frutta subacide; il primo abbonda nel succo dei limoni, il secondo nell' *acetosella* (*Rumex acetosa*), ed il terzo nel tartaro del vino, che è del tartrato di potassa misto alla materia colorante; tutti è tre questi acidi sono solubili nell' acqua, cristallizzabili, colle basi formano i sali corrispondenti, e colla ossidazione avvanzata dànno tutti acido carbonico.— L'ac. *benzoico* ($C^{14}H^5O^3,HO$) si trova in molte sostanze balsamiche ed aromatiche vegetali; introdotto cogli alimenti quest' acido, si combina nell' organismo alla glicina e dà luogo alla formazione dell' ac. ippurico, che abbonda nell'urina degli erbivori.—L'ac. *tannico* ($C^{54}H^{22}O^{34}$) o *tannino* è molto diffuso nel regno vegetale, ed abbonda nella scorza di quercia, nelle noci di galla, nel sarcocarpio di molte frutta ed in varie radici; disciolto nell' acqua ed abbandonato all' aria, si muta per ossidazione in ac. *gallico* ($C^{14}H^6O^{10}$); infine l' acido *malico* ($C^8H^6O^{10}$) esiste solo e combinato alle basi in molte frutta carnose subacide immature. Questi tre ultimi acidi sono solubili nell' acqua, hanno sapore stittico astringente, e fanno corrugare le mucose sulle quali passano, avendo la proprietà di coagulare le materie albuminoidi.

Digitized by Google

Alcooli ed essenze.—L'alcool del quale l'uomo fa uso è appunto l'*alcool etilico* ($C^4H^6O^2$), proveniente dalla fermentazione alcoolica delle sostanze zuccherose, come il glucosio, lo zucchero di uva, di frutta, e di canna, quest' ultimo però subisce, come si è detto innanzi, la fermentazione indiretta. L'alcool si adopera nell'alimentazione sempre diluito in bevande acquose, le quali secondo la loro natura presentano diversa proporzione di alcool, così l'*Acquavita* ed il *Rhum* su 100 parti contengono circa 45 a 55 di alcool puro, il vino di *Marsala* 23, di *Madera* 19, di *Lacryma Christi* 18, di *Malaga* e di *Malvagia* 15, d'*Alicante* 14, di *Lunel* 13, del *Reno* 12, d' *Orleans* 10, il *Sidro* 9, il *Vino ordinario* da tavola 8 a 9, il *Porter* di Londra 4 a 5, la *Birra* di Strasburgo 3 a 4, la *Birra* di Parigi 1 a 2, ed infine la *Birra* leggiera inglese 1.

L'alcool esercita una influenza favorevole sulla digestione, soltanto quando s' ingerisce diluito eò a dose moderata; esso facilita la digestione, aumentando la secrezione del succo gastrico e del succo pancreatico ed enterico; del pari assorbito nel sangue della mucosa intestinale, e giunto per la vena porta nel fegato, eccita, secondo Bernard, la funzione glicogenica di quest' organo. A forti dosi invece, massime se è concentrato, l'alcool disturba considerevolmente la digestione, coagulando le materie albuminoidi e diminuendo l'azione del succo gastrico.

Assorbito l'alcool nell'apparecchio della circolazione, quali sono le sue metamorfosi e quali i suoi effetti? — Liebig lo credeva un'ottimo combustibile (alimento respiratorio) per l'economia, e quindi un ottimo produttore di calore, dovendosi, secondo lui, per l'ossigeno del sangue mutare in acqua ed in acido carbonico, dopo di essere passato per gli stati intermedii di aldeide ed ac. acetico. Oggidì, essendosi da molti sperimentatori constatato il fatto, che in seguito alle copiose bibite alcooliche l'eliminazione dell'ac. carbonico diminuisce considerevolmente, la teorica di Liebig ha perduto molto di credito. L'alcool può decomporsi nel canale digerente in seguito a fermentazioni, e dar luogo all'ac. acetico, ma una volta assorbito nel sangue (nello stato normale) esso in massima parte non viene decomposto, invece si elimina lentamente in sostanza per i reni (1), per la pelle e per i pulmoni, e prima di abbandonare l'organismo spiega la sua influenza sulle diverse parti del corpo, massime sul fegato e sul cervello i quali per ciò sono i due organi che si presentano principalmente affetti nel così detto alcoolismo cronico. L'alcool però, quantunque si elimini in sostanza dalla economia, pure contribuisce indirettamente alla nutrizione, giacchè facendo diminuire di molto la escrezione dell'ac. carbonico (fino al 20 per 100 della proporzione normale) (2), si può considerare l'alcool co-

(1) L'alcool passando per i reni opera come diuretico, e la sua presenza si può facilmente riconoscere nelle urine, anche bevuto in piccola quantità.

(2) Anche la temperatura del corpo e la frequenza del polso (almeno nello stato febbrile) diminuiscono sotto l'influenza dell'alcool.

Digitized by Google

me un *moderatore* del processo nutritivo generale, o meglio dell'ossidazione organica, per cui il corpo si consuma meno sollecitamente e meno attivamente, e così si spiega il facile ingrassarsi dei beoni; probabilmente questa influenza dell'alcool si esercita sull'organismo per l'intermezzo del sistema nervoso, tanto nella sua parte animale che vegetativa. Questo sistema è il primo a sentire l'influenza dell'alcool; una moderata quantità di alcool, diluita convenientemente, stimola il cervello in un modo molto favorevole alle funzioni intellettuali, producendo l'allegria, la loquacità, ed una vivacità squisita nelle percezioni; invece una quantità eccessiva di alcool produce allucinazioni, delirio e coma.

Le bevande alcooliche, oltre l'acqua e l'alcool, contengono molte altre materie fisse e volatili, a seconda la provenienza della bevanda stessa (onde bisognerebbe parlarne fra gli alimenti composti); così p. es. la *birra*, che si ricava dalla fermentazione del glucosio dell'orzo in germinazione, quando è buona (Strasburgo) contiene circa in un litro 911 di acqua, 40 di alcool, 41 di destrina e glucosio, 5 di materia albuminoide, 2 di sali, e poi un principio aromatico ed amaro, che serve per renderla grata, e che vi si aggiunge colla decozione di luppolo; se l'orzo germinato, prima di fermentare, si assoggetta alla torrefazione, si ottiene il *porter*. Il *vino*, che si produce per la fermentazione del succo delle uve, il quale è ricco di zucchero, contiene, oltre l'acqua ed una variabilissima quantità di alcool, molte sostanze, tra cui le più importanti sono lo zucchero, il tannino, i sali acidi, l'acido carbonico e le materie aromatiche; il predominio di uno di questi principii dà al vino delle proprietà speciali, e si hanno: 1° i vini spiritosi asciutti, 2° i vini spiritosi zuccherosi, 3° i vini astringenti, 4° i vini acidi, 5° i vini spumosi, e 6° i vini misti. I primi (*marsala, porto, madera*) hanno circa il 20 % di alcool; i secondi (*lunel*, *malaga*, *alicante*) hanno la stessa proporzione di alcool, e di più molto zucchero; i vini astringenti contengono molto tannino; i vini acidi (*del Reno*) sono ricchi di sali acidi (tartrati, acetati); i vini spumosi contengono gran copia di ac. carbonico (*champagne*), prodotto dalla fermentazione dello zucchero che si continua negli stessi recipienti, nei quali il vino si conserva, e che per la pressione del gas debbono essere ben turati; infine i vini misti sono i più diffusi e costituiscono appunto i vini ordinarii da tavola, giacchè in essi non vi è predominio notevole di qualche principio; la loro composizione media può essere espressa su di un litro nel seguente modo: acqua 878, alcool 100, aldeidi diverse, eteri, olii essenziali ed aromi speciali in traccia, zucchero, materia colorante, materia azotata, tannino, ac. carbonico, tartrati, acetati, solfati, cloruri ec: 22. In tal modo costituito il vino ordinario, esso per l'uomo riesce tonico, digestivo, eccitante e leggermente diuretico.

Avendo detto della *birra* e del *vino*, per brevità si fa ammeno di dire di altre bevande alcooliche, di uso molto più raro.

Considerata come un'alcool la *colesterina*, entra spesso nell'alimentazione, essendo, come si sa, diffusa in molti tessuti animali.

Digitized by Google

Gli alimenti e le bevande, di cui l'uomo fa uso, sono naturalmente *aromatiche*, oppure vengono rese artificialmente tali; l'odore, e talvolta anche il sapore grato delle vivande tiene a diversi principii chimici, come olii essenziali, eteri, acidi grassi volatili ec., principii che eccitano la digestione, provocando la fuoriuscita dei succhi digestivi ed il movimento delle pareti intestinali, e poscia assorbiti nel sangue, in minima proporzione si alterano per ossidazione, ma in gran parte escono dal corpo per diverse vie (reni, pulmoni, glandule mammarie ec.).

Sostanze alcaloidee e pigmenti. — Le sostanze basiche od alcaloidee animali, come la *xantina*, la *ipoxantina*, la *creatinina*, la *creatina* ec. operano nella digestione come eccitanti, e poi assorbite nel sangue riescono materie combustibili. Esse si trovano nei tessuti animali, massime nella carne e nelle glandule, anzi la creatina e la creatinina, assieme all'acido inosico, all'acido lattico ed all'inosite costituiscono le materie estrattive della carne (*osmazoma*), cui si deve l'odore e il sapore di questo importantissimo alimento.

Gli alcaloidi vegetali poi, dei quali l'uomo può fare uso negli alimenti, sono la *cafeina*, la *teina*, la *teobromina* e la *piperina*.

La *cafeina* s'introduce coll'infuso dei semi torrefatti della *Coffea arabica*; questi semi crudi secondo Payen avrebbero la seguente composizione su 100: cellulosa 34, acqua 12, grasso 13, glucosio, destrina ed acido vegetale indeterminato 15,5, legumina 10, clorigenato doppio di potassa e di cafeina 5, materia organica azotata 3, cafeina libera 0.8, olio essenziale insolubile 0.001, essenza aromatica soave e solubile nell'acqua 0.002, sostanze minerali 6.697. La moderata torrefazione del caffè lo rende leggiero e più voluminoso, il clorigenato doppio si scompone, la cafeina in piccola parte si sublima, il grasso si fonde e ritiene la materia aromatica, e si formano infine dei principii empireumatici amari.

L'infuso caldo del caffè torrefatto, bevuto in discreta quantità, accelera la circolazione, il polso diviene pieno e forte, si attiva singolarmente la circolazione cerebrale, e viene eccitata pure la contrattilità delle fibre muscolari dell'intestino; l'individuo entra in uno stato di eretismo nervoso, diviene impaziente e sente un bisogno imperioso di mettersi in attività; le funzioni cerebrali si attivano con grande energia, onde si ha insonnio, e si può resistere a lungo ai lavori intellettuali. Per questi fatti di eccitamento generale del sistema nervoso, il caffè nuoce agli individui di temperamento nervoso, o molto eccitabili, e a quelli che hanno malattie di cuore e dei grossi vasi. Gli effetti tonici ed eccitanti del caffè pare sieno dovuti tanto alla cafeina che all'olio essenziale (1).

La *teina* viene introdotta nel tubo digerente coll'infuso caldo delle fo-

(1) La cafeina, alla dose circa di mezzo grammo, è capace di uccidere un coniglio.

glie secche della *Thea viridis*. In commercio si conoscono principalmente due varietà di *thè*, il *verde* ed il *nero*, il primo è più ricco di tannino, di materia albuminoide, di clorofilla e di olio essenziale, per cui il suo infuso è giallo chiaro, molto aromatico, ed alquanto astringente; invece nel secondo predomina la resina e la cellulosa, ed il suo infuso è giallo rossastro, ha sapore dolce, un' aroma più piacevole, e non è astringente; in entrambe le varietà di thè la *teina* (o cafeina) si trova circa nella proporzione di 0,50 per 100. Il *thè*, come il *caffè*, è una bevanda eccitante pel sistema nervoso; in discreta quantità produce benessere, e facilità nel concepire e nel coordinare le idee, come pure, mentre il caffè rende più viva la immaginazione, il thè dispone l'individuo ad una posata e chiara riflessione; in eccesso poi cagiona insonnio, irritazione nervosa generale e dolore al capo.

La *teobromina* entra nella costituzione della *cioccolatta*, la quale si prepara dalle mandorle del frutto del cacao (*Theobroma cacao*); queste mandorle non torrefatte avrebbero secondo Payen la seguente composizione centesimale: burro 52, materia albuminoide 20, cafeina (*teobromina*) 2, acido 10, cellulosa 2, materia colorante ed aromatica in tracce, sostanze minerali 4, ed acqua igroscopica 10. Le mandorle torrefatte del cacao polverate, ed impastate con circa 60 p. 100 di zucchero, più un poco di vainiglia o di cannella, costituiscono la *cioccolatta*, alla quale spesso per frode si aggiunge una buona proporzione di amido. La *cioccolatta*, come si vede è un alimento molto nutritivo, ma poco digeribile, massime per taluni individui, e ciò per la gran copia di grasso e zucchero che contiene.

La *piperina* si trova nel pepe, cioè nei piccoli frutti secchi del *Piper nigrum*, i quali possono dare il pepe nero ed il pepe bianco, secondo si disseccano con o senza la polpa. È certo che il pepe è un grande stimolante per la mucosa gastro-enterica, ma del modo come opera il suo alcaloide si conosce poco o nulla.

Nell' alimentazione infine entrano varie materie coloranti animali e vegetali, tra le prime vi è la ematina e i suoi derivati, e fra le seconde la clorofilla e i suoi derivati; tutti questi pigmenti si trovano inalterati nelle fecce.

Sostanze minerali.—L'organismo umano come va soggetto ogni giorno a perdita di materia organica, così perde pure costantemente materia minerale, la quale naturalmente, come la prima, dev'essere rimpiazzata nel corpo mercè l'alimentazione. Come già abbiamo visto per certi alimenti, e come seguiteremo a vedere per gli alimenti composti, le sostanze alimentari allo stato naturale, tanto vegetali che animali (ed anche l' acqua potabile), contengono tanta copia di materia inorganica, che basta a compensare le perdite dell' organismo. Queste materie si riducono ai *fosfati*, ai *solfati*, ai *carbonati* ed ai *silicati* di *potassa*, di *soda*, di *calce*, di *magnesia* e di *allumina*, ai *cloruri alcalini*, al *fluoruro di calcio* ed all'*ossido di ferro*. L' uomo però non si ac-

Digitized by Google

contenta di questi sali, misti naturalmente agli alimenti, e d'ordinario aggiunge alle sue vivande una certa copia di *cloruro di sodio;* questo sale è molto utile nell'alimentazione, esso eccita le facoltà digestive e provoca la fuoriuscita dei liquidi digerenti, massime della saliva, ostacola lo sviluppo degli elminti nel canale alimentare, e poi ad una certa dose abituale, rende l'individuo robusto e pletorico, ne aumenta il peso del corpo, attivando di molto il processo nutritivo generale; aumenta infine l'escrezione dell'urea.

È a notarsi come non tutt'i sali alimentari entrano inalterati nel sangue, subendo, come ben s'intende, diverse metamorfosi nel tubo digerente, e come nell'organismo non si trovano soltanto i sali introdotti cogli alimenti, formandosene ben'altri, sopratutto per ossidazione del solfo e del fosforo degli albuminoidi.

Fra le sostanze alimentari minerali bisogna senza dubbio annoverare l'*acqua potabile*, la quale per dirsi tale dev'essere di sapore piacevole, limpida, incolora, inodora, e fresca (circa 10°), deve sciogliere bene il sapone, e cuocere presto i legumi, dippiù deve contenere aria, e principii minerali solidi, i quali in complesso non debbono oltrepassare la proporzione di 10 a 30 centigr. per litro; questi principii si riducono per ordine d'importanza al bicarbonato di calce, al cloruro di sodio, al carbonato ed al solfato di magnesia, al solfato di calce, al cloruro di calcio, ed alla silice. La buona acqua potabile infine deve provenire da fiume, da sorgente o da pozzo; l'acqua di pioggia, e l'acqua della fusione delle nevi sono poverissime di principii salini.

§ 3° — *Alimenti composti*

Gli *alimenti composti*, o le miscele naturali di alimenti semplici, possono essere vegetali ed animali; gli alimenti composti vegetali sono i *cereali* ed i loro derivati, i *legumi*, i *frutti* ed i *semi*, i *tuberi* ed i *funghi*, cui si potrebbero aggiungere anche le *verdure;* gli alimenti composti animali si riducono alle *uova*, al *latte* ed ai suoi derivati, ed alla *carne*.

Alimenti composti vegetali.—Per *cereali* s'intendono i semi (o meglio i frutti, *cariopsidi*) delle graminacee. La loro farina costituisce un'alimento molto importante, non solo perchè ricca di amido, ma ancora perchè contiene una discreta copia di materia albuminoide e di sali. I cereali differiscono fra loro nella composizione chimica secondo le specie vegetali che li producono, a capo delle quali come tipo sta il *frumento* (*Triticum vulgare*); ecco in un quadro sinottico la composizione dei principali cereali alimentari secondo Payen:

Cereali diversi	Amido	Materie albuminoidi	Destrina e sostanze congeneri	Materie grasse	Cellulosa e Legnosa	Materie minerali
Frumento di Venezuela .	58,62	22,75	9,50	2,61	3,50	3,02
Frumento di Africa . . .	65.07	19,50	7,60	2,12	3	2,71
Frumento di Taganrok. .	63,80	20	8	2,25	3,10	2,85
Frumento di Brie	70,05	15,25	7	2,95	3	2,75
Frumento bianco Tuzelle.	76,51	12,65	6,05	1,87	2,80	2,12
Segala (*Secale cereale*) . .	64,65	12,50	14,90	2,25	3,10	2,60
Orzo (*Hordeum vulgare*) . .	66,43	12,96	10	2,76	4,75	3,10
Avena (*Avena sativa*). . .	60,59	14,39	9,25	5,50	7,06	3,25
Grano turco (*Zea mays*) .	67,55	12,50	4	8,80	5,90	1,25
Riso (*Oryza sativa*). . .	88,65	7,55	1	0,80	1,10	0,90
Grano Saraceno (1). . . .	74,66	15		3,45	4	2,80

« Tutti questi grani sono stati analizzati secchi, quando si analizzano allo stato normale vi si trovano delle proporzioni di acqua, che variano da 11 a 18 per 100; il frumento ne contiene ordinariamente da 12 a 16 p. 100. Quanto alle materie minerali, esse comprendono fosfati di magnesia e di calce, solfato di potassa, tracce di cloruri di potassio e di sodio, solfo e silice ».

Il frumento è il più importante fra tutt' i cereali; la sua farina secca contiene in media 20 % di materia albuminoide, cioè il *glutine*, che allo stato puro costituisce la *glutina*, e 65 % di *amido*; è molto importante conoscere la disposizione di queste due principali sostanze nel frutto delle graminacee. Spaccando per lungo una cariopside secca di frumento, e trattando la superficie della sezione con tintura di iodo, si ha la massima colorazione azzurra nel centro, invece trattando questa sezione con acido nitrico, il massimo ingiallimento si osserva alla periferia; vuol dire adunque che mentre la materia amilacea è colletta più nel centro del grano, la materia albuminoide si trova ridotta verso la periferia, ove si nota normalmente un colore gialliccio bruno, mentre che il centro è di un perfetto bianco. Risulta da ciò che per quanto più bianca è la farina di frumento, per altrettanto più di amido contiene, e meno di glutine, invece la farina bruna è più povera di amido e più ricca di glutine, onde è più nutritiva, e spesso non riesce causa, come la prima, di varii disturbi funzionali del tubo digerente (dispepsia, stitichezza abituale ec.).

Colla farina di frumento si confeziona il *pane*, di cui l'uomo in qualunque stato si trova non può fare ammeno. Il frumento macinato si cri-

(1) *Polygonum fagopyrum*, appartenente alla famiglia delle Poligonacee.

Digitized by Google

vella ripetutamente per eliminare la crusca (per quanto più si crivella per tanto la farina diviene più bianca, meno saporosa e meno nutritiva, contenendo la crusca circa il 12 p. 100 di sostanza albuminoide ed il 22 p. 100 di amido); se si crivella appena un poco per eliminare la sola crusca grossa, allora si ha la farina per fabbricare il pane bigio o di munizione. Ad ogni modo la farina del frumento per dare il pane dev' essere sottoposta a tre operazioni successive, cioè l' *impasto*, la *fermentazione* e la *cottura;* l' impasto si fa colla farina, coll' acqua tiepida e col lievito, in proporzioni convenienti; il tutto si mescola con alquanto cloruro di sodio, si dimena e si dibatte per un certo tempo; la massa così preparata si copre con sostanze cattive conduttrici del calore, e si pone in un' ambiente caldo, ove si fa rimanere per più ore. In tali condizioni la massa impastata cresce considerevolmente di volume, diviene occhiuta ed acquista odore alcoolico; tutto questo cambiamento si deve al fatto che il lievito in virtù di un fermento che contiene (*Torula cerevisiae*) fa subire al glucosio ed alla destrina del frumento la fermentazione alcoolica, per cui molto ac. carbonico si sviluppa, e non potendo uscire dalla massa, perchè questa è tenace atteso il glutine che contiene, vi rimane e la gonfia immensamente. Quando la fermentazione è giunta al punto riconosciuto dalla pratica, la massa si seguita ad agitare, si divide in pezzi, e da questi si preparano i pani destinati alla cottura. È a notarsi che se la fermentazione della pasta va tropp' oltre, allora da alcoolica si muta in acetica, e l' ac. acetico fluidificando il glutine rammollisce la pasta e tutto il gas ac. carbonico se n' esce. Colla cottura il gas aumenta di volume ed il pane si gonfia di più, una gran parte del suo amido si muta in destrina, ed una gran parte di quest' ultima nella crosta si cangia in pirodestrina. Il pane adunque così preparato è un' alimento composto di grande potere nutritivo, massime pel glutine, per l' amido e per i sali che contiene; per l' uomo il pane riesce un compenso fisiologico della carne, avendo il primo molto carbonio, e la seconda invece molto azoto e poco carbonio.

La farina di frumento, oltre al pane, serve pure alla confezione delle diverse paste, grosse e minute, che sono di uso comunissimo in Italia, e che essendo preparate colla farina del grano duro, spesso sono più ricche in glutine che il pane ordinario.

L' *Orzo*, per l' uomo, serve alla fabbricazione della birra.

La *Segala* vegeta sopratutto in paesi del nord, ove se ne confeziona il pane, che in tal caso si presenta brunastro e pesante, ma molto saporoso.

L' *Avena* è ricca di grasso e di cellulosa, ma piuttosto povera di sostanze albuminoidi e di amido, rispetto al frumento; in molti paesi la sua farina si fa entrare nel pane comune, perchè questo riesca rinfrescante e diuretico (?).

Il *Grano turco* tiene una quantità discreta di amido, ma poi è ricco di grasso; nell' Italia meridionale si fa grande uso, massime dalla gente di

campagna, delle spighe fresche bollite ed arrostite ed anche del pane di farina di grano turco; invece nell'Italia settentrionale si consuma una gran copia di farina di grano turco bollita nell'acqua (*polenta*) e condita in vario modo.

Il *Riso*, fra tutt'i cereali, è il più ricco di amido ed il più povero di albuminoidi, di grassi e di sali, onde riesce utile soltanto come condimento, ovvero unito alle materie zuccherose, grasse ed azotate.

Il *Grano saraceno* si adopera là dove il frumento vegeta poco bene; dalla sua farina, mista ad una certa copia di farina di frumento, si fabbrica un pane molto meno digeribile e nutritivo che il pane ordinario.

I *legumi* costituiscono un'alimento di alta importanza massime presso la classe povera della società, la quale, non potendo troppo fare uso di carne, trova nei legumi una dose sufficiente di materia albuminoide. I legumi alimentari sono appunto i semi delle frutta di varie leguminose, come il Fagiuolo (*Phaseolus*), il Cece (*Cicer*), il Pisello (*Pisum*), la Lenticchia o Lente (*Ervum lens*), la Fava (*Vicia Faba*), ed il Lupino (*Lupinus*); secondo Oré la composizione chimica centesimale di questi legumi secchi, sarebbe la seguente:

Composizione chimica	Fagiuli	Piselli	Fave	Lenti	Ceci	Lupini
Materie azotate.	22,750	21,670	24,210	29,055	21,775	38,350
Amido, destrina, zucchero	45,407	57,660	44,156	43,956	50,820	26,232
Materie grasse	2,750	1,920	1,418	1,484	5,320	7,854
Cellulosa e legnosa. . . .	6,243	3,218	12,630	7,738	4,175	14,554
Sostanze minerali	3,560	2,802	3,565	2,365	2,730	2,830
Acqua	19,270	12,730	14,020	15,402	15,180	10,180

Queste analisi, quantunque si debbono ritenere sempre come approssimative, essendo alquanto diverse da quelle di Payen e da quelle di Boussingault, pure dimostrano che i legumi contengono in generale una gran copia di sostanze amilacee ed azotate, *legumina*, e da ciò il loro gran potere nutritivo; sono poveri però di grasso, onde nel prepararli bisogna sempre aggiungervene; come pure è a notarsi che le loro bucce essendo ricche di materia silicea e di legnosa dura, hanno bisogno per rammollirsi e spappolarsi (massime i ceci), oltre alla cottura nell'acqua, di una previa infusione in un liscivio alcalino.

In ordine al valore nutritivo ed alla digeribilità; si possono classificare i legumi (adoperati allo stato di purèe) nel seguente ordine, cioè prima le lenti (1), poi i piselli, i fagiuoli ed in ultimo le fave. Tra questi i piselli

(1) Colla farina delle lenti si prepara la famosa *Ervalenta* o *Revalenta arabica*.

Digitized by Google

i fagiuoli, le fave si possono mangiare anche freschi, ed allora, sebbene sieno meno nutritivi pure riescono più digeribili.

I *frutti* ed i *semi* insieme risultano in generale di acqua, sostanze amilacee e zuccherose, sostanze albuminoidi, cellulosa, grassi, acidi organici, essenze e materie minerali; essi, secondo il predominio di qualcuno di questi principii, presentano diverse proprietà e si classificano nel seguente modo:

1° frutti *farinacei* (castagne);

2° frutti *oleosi* (noci, noccuiole, pinocchi, mandorle, ulive);

3° frutti *zuccherosi subacidi* (limoni, aranci, uva spina (*ribes*), pesche, ciriege);

4° frutti *zuccherosi acquei* (mele, pere, uva, prugne, fichi ec.);

5° frutti *astringenti* (nespole, sorbe, cotogne).

Le *castagne* sono i semi giganteschi della *Castanea vesca* (cupulifere); costituiscono una sostanza alimentare molto interessante, massime per l'uso che se ne fa in Napoli dal popolo minuto. Risulta da ricerche esattissime fatte da Albini e Fienga (1), che su cento parti di castagne secche (*spezzate*) si trovano i seguenti principii: acqua 11, cellulosa 34.20, amido 20, sostanza albuminoide 0.40, residuo solubile rimasto dopo la precipitazione della materia albuminoide 18, zucchero di canna 1.40, sostanza colorante, aromatica ed oleosa 15. Come si vede adunque le castagne, oltre ad una dose sufficiente di amido, contengono pure una quantità discreta di zucchero e materia albuminoide, le quali ultime due sostanze essendo solubili nell'acqua, si trovano appunto nel brodo delle castagne bollite, che non bisogna per ciò disprezzare.

Le *noci*, le *mandorle* ec. contengono, oltre l'acqua e i sali, una certa copia di amido, di cellulosa, di materia albuminoide e di olio; l'amido e la cellulosa però essendo crudi e sufficientemente compatti rimangono presso che indigesti, onde spesso nelle fecce si riscontrano questi semi masticati, ma ancora duri.

I frutti *zuccherosi*, acidi ed acquosi, contengono molt'acqua, poca sostanza grassa ed albuminoide, amido e cellulosa giovane, sali sopratutto alcalini, e poi molto zucchero ed acidi organici. La composizione di questi frutti varia a seconda che sono acerbi o maturi, nel primo caso vi predominano gli acidi organici, la pectosa e la cellulosa, invece per la maturazione gli acidi vengono attenuati, si produce molto zucchero, la pectosa si cangia in pectina, e le cellule presentano molto amido. Secondo Cyr i frutti freschi, sotto il riguardo della digeribilità, variano non solo

(1) *Rendiconto della R. Accademia delle scienze di Napoli* — Fas. 10 — ottobre 1867.

Digitized by Google

secondo il clima, ma ancora secondo la specie; le uve, i fichi (1), le pesche le ciriege, gli aranci, le fragole, possono ritenersi come le più digeribili; le prugne, le mele, le pere, le albicocche lo sono meno; infine i melloni, i cocomeri ed altri frutti molto acquosi sono piuttosto indigeribili. In generale questi frutti, mangiati moderatamente, forniscono all'uomo nella state una specie di bevanda acidula-zuccherosa, aromatica e leggermente nutritiva; in gran copia poi possono produrre disturbi intestinali, diarrea, catarro ec., appunto perchè contengono materie molto facili a fermentare.

Infine i frutti *astringenti* contengono tannino, e tanto più in gran copia per quanto più sono acerbi.

I *tuberi* del *Solanum tuberosum*, cioè le *patate*, costituiscono un'alimento molto diffuso e necessario per la gente povera; secondo Liebig la loro composizione centesimale sarebbe la seguente: acqua 76, albuminoidi 1, amido 18, cellulosa 4, sali 1. Come si vede adunque il prezzo molto mite di questo alimento è dovuto appunto alla sua ricchezza in acqua, ed alla sua povertà in principii albuminoidi, e da ciò anche il suo poco potere nutritivo.

I *funghi* mangerecci sono ben pochi, come l'*Agaricus edulis* o *campestris* (fungo comune il più usato), l'*Agaricus contharillus* od *aurantiacus* (ovolo), la *Marchella esculenta* (spugnòla), il *Boletus edulis* (ceppatello) ed il *Tuber* (tartufo); essi contengono, su 100, circa 90 di acqua, 4.50 di sostanze azotate, 0.50 di grassi, 3.60 di cellulosa, zucchero ec., e 1 di sali (2). Costituiscono dunque una materia nutritiva, massime per gli albuminoidi che contengono, ma non tanto digeribile, ponendo poi da parte il pericolo di poter mangiare le specie velenose per le affini commestibili; quindi bisogna adoperarli piuttosto come condimento, e bisogna far uso delle sole specie ben conosciute come innocue.

Alimenti composti animali—Le *uova*, delle quali ordinariamente l'uomo fa uso, sono quelle degli uccelli gallinacei ed anche dei palmipedi. Queste uova, oltre al guscio ed alla membrana testacea, contengono l'*albume* ed il *tuorlo*, il primo nella proporzione circa di 77, ed il secondo di 33 per 100. L'*albume* si può considerare come una soluzione carica di albumina e contiene su 100, circa 85 di acqua, 12.5 di albumina, 1.5 di sali (a preferenza di soda), ed 1 di sostanze estrattive (fra cui tracce di glucosio). Il *tuorlo* poi o *vitello* consta su 100, di acqua 52, di vitellina 17, di grassi e pigmenti 29.5, e di sali (massime di potassa) 1,5. Le uova dunque sono un'alimento di gran valore nutritivo, soltanto sono povere di idrati di carbio; la cottura le rende più digeribili, purchè questa sia giunta appena a

(1) V. Ricerche chimiche sul frutto del *Ficus carica*, per Albini e Briosi—Ren. R. Acc. delle scienze — Fasc. 1 — genn. 1870.

(2) I *tartufi* invece contengono circa il 72 di acqua, ed il 9 per 100 di sostanza azotata.

coagulare gli albuminoidi, chè se viene spinta tropp' oltre (p. es. al forno), gli albuminoidi s' induriscono in guisa da riuscire indigeribili.

Il *latte*, come le uova, rappresenta un' altro tipo di alimento perfetto; esso è il prodotto di secrezione delle glandule mammarie, ed è costituito da un liquido, quasi incoloro e trasparente, di reazione alcalina, nel quale nuotano in gran copia i globuli di emulsione (1), che dànno al latte la opacità. Scegliendo come tipo di composizione media il *latte di vacca*, questo su 100 contiene: acqua 86.6, caseina e albumina 4.0, lactosio 4.8, e sali (massime fosfato di calce) 0.6. Il latte di asina, di giumenta e di donna è più povero di caseina e di burro, ma più ricco di lactosio e di acqua; in vece il latte di montone, di capra e di cagna è più ricco di caseina, di burro e di sali. La densità del latte è anch' essa varia a seconda la composizione chimica, così nel montone è 1,040, nella capra 1,035, nella vacca 1,030, nella donna 1,020, e nell' asina 1,019.

Abbandonato a sè stesso il latte, si divide in due strati, uno superiore bianco gialliccio formato per la riunione dei globuli (*crema*), ed un' altro inferiore liquido, bianco verdognolo, che contiene tutt'i principii solubili del latte. Il latte tenuto all' aria per molto tempo diventa acido per lo sviluppo dell' ac. lattico dalla fermentazione del lactosio, acido che produce poi la coagulazione della caseina, e questa nel solidificarsi impiglia pure i globuli; il coagulo quindi è formato di caseina, e di grasso, ed il liquido che rimane dicesi *siero* (petit-lait); questa coagulazione ha luogo pure per diverse altre cagioni massime in contatto del *caglio* o quarto stomaco dei ruminanti.

La composizione del latte varia secondo il periodo della lattazione, secondo l' alimentazione dell' animale, e secondo il tempo in cui viene munto. Appena dopo il parto si stabilisce la lattazione, ed il primo latte a venir fuori dalle mammelle dicesi *colostro*, ed ha caratteri speciali, cioè è giallo, ricco di grasso e di lactasio, e poverissimo di albuminoidi e di fosfati; dopo alquanti giorni poi si stabilisce la secrezione del vero latte nutritivo, quale appunto deve servire di alimento al neonato. La quantità, in generale, dei principii nutritivi del latte è in proporzione della quantità degli stessi principii che l' animale introduce nel suo corpo coll' alimentazione; molti prodotti solubili alimentari, e le materie aromatiche sopratutto, si trovano ordinariamente nel latte, e lo rendono così più digeribile. Finalmente riguardo al tempo ed all'ora della giornata, in cui il latte viene munto, è a sapersi che mentre il latte spremuto di buon mattino è ricco di caseina, sali e zucchero, quello spremuto verso l' ora tarda è ricco di grasso.

Dal latte si preparano varii prodotti alimentari, quali il *burro*, la *ri-*

(1) Riguardo alla costituzione anatomica del latte, questa verrà esposta all' articolo *Lattazione*.

Digitized by Google

cotta ed il *formaggio*. Il primo si ottiene coll'agitazione prolungata del latte, i globuli si rompono, e tutto il grasso viene a galla; la seconda si prepara facendo coagulare la caseina nel latte sia col calore, sia coll' acidificazione spontanea, sia col *caglio;* la caseina rapprendendosi imprigiona gran copia di grasso. Infine per preparare il formaggio dal coagulo del latte, questo si fa stare alquanto tempo sotto la pressione, ed in ultimo si pone in salamoia, e, quando il grasso ha alquanto fermentato, si dissecca; dalla maggiore o minore fermentazione del formaggio dipende il suo maggiore o minore sapore piccante.

La *carne* costituisce un' alimento veramente riparatore, massime per l'uomo che sciupa molto il suo corpo colla fatica, giacchè presenta un gran potere nutritivo ed una facile digeribilità. Volgarmente sotto il nome di *carne* vanno comprese le carni o muscoli volontarii dei mammiferi, le carni degli uccelli, le carni di qualche rettile ed anfibio, e le carni dei pesci, cui si potrebbero aggiungere alcuni molluschi e crostacei.

La carne dei mammiferi, e precisamente dei ruminanti, è la più necessaria per l' uomo. La carne del *bue* è la più digeribile, la più nutritiva e la più igienica; secondo Berzelius questa carne contiene su 100 parti 77.17 di acqua, 15.80 di fibre muscolari, vasi e nervi, 1.90 di tessuto tendineo riducibile in gelatina colla cottura, 2.20 di albumina, 1.05 di sostanze solubili nell' acqua e non coagulabili colla ebollizione, 1.80 di materie solubili nell' alcool (grasso ec.), e 0.08 di fosfato di calce. La carne di *vacca* è alquanto più ricca di grasso. La carne di *montone* per il suo potere nutritivo viene dopo della carne di vacca, soltanto contiene una maggior copia di adipe, e poi un sapore ed un' odore speciale, dovuto all'ac. ircico. La carne di vitello e di agnello, come appartenente ad animali giovani, contiene molto connettivo succulento, molt' acqua e molto grasso; invece scarseggia in albuminoidi solidi e sali, onde riesce poco sostanziosa.

La carne dei ruminanti, massime quella di bue e di vacca (che potrebb' essere benissimo sostituita dalla carne di *cavallo* (1)), si può mangiare cruda e cotta; la carne cruda non solo è disgustosa, ma può riuscire nociva nel caso che contenga germi di animali parassiti; invece la carne cotta può prepararsi o a secco, od in umido. Quando si prepara *a secco*, come l' arrosto, la carne conserva tutta la sua sostanza nutritiva, e diviene sapidissima e stimolante, producendosi pel calore alla sua parte periferica una gran copia di sostanze aromatiche; quando poi la carne si cuoce nell' acqua, bisogna distinguere se la si pone a cuocere nell' acqua fredda, ov-

(1) Da parte i pregiudizi, la carne di cavallo è nutritiva ed igienica come la carne di bue, soltanto è meno sapida di quest' ultima; in tutt' i paesi in cui si mangia non ha recato alcun' inconveniente, e poi per la modicità del prezzo potrebbe almeno farne uso la gente povera, la quale abitualmente non può mangiare la carne ordinaria di beccheria, e ciò non senza danno per la salute.

Digitized by Google

vero nell' acqua bollente; nel primo caso l' acqua fredda scioglie dapprima ed estrae dalla carne una buona copia di materie albuminoidi ed altre sostanze solubili, in seguito col riscaldamento quest' azione dissolvente diviene più energica, ed infine colla ebollizione prolungata l' acqua seguita a spappolare la carne e a sciogliere altri principii, che prima non aveva potuto; così si prepara un' ottimo brodo e la carne rimane sfruttata. Ponendo poi a cuocere la carne nell' acqua bollente, questa fa coagulare immediatamente gli albuminoidi alla parte esterna, i quali formando come una crosta, impediscono la perdita di altri materiali nutritivi e solubili dalla carne; quindi in tal caso questa rimane sapida, aromatica e nutritiva, ed il brodo è acqueo.

Il *brodo di Liebig* si prepara ponendo 250 gram. di carne fresca di vacca o di pollo, ben pestata, in 560 gram. di acqua acidulata con 4 o 5 gocce di ac. cloroidrico, e che tiene in dissoluzione circa 1 gram. di sal culinare; il tutto si lascia digerire per circa un' ora al calore dell' acqua tiepida, e poi si passa ripetutamente per uno staccio fino a che diviene a sufficienza limpido; si ottiene così un liquido rossastro, d' un sapore piacevole di brodo, e dotato d' un alto potere nutritivo.

Oltre a pochi rosicanti e a qualche carnivoro, l' uomo fa uso, fra i mammiferi, della carne di *porco*, la quale per la gran copia di grasso che contiene spesso riesce poco digeribile; come pure questa carne potendo contenere i germi di due animali parassiti dell' uomo, quali sono il *Cisticercus cellulosae* e la *Trichina spiralis*, ben s' intende il danno che potrebbe produrre ingerita cruda o soltanto disseccata.

La carne degli *uccelli* per il suo potere nutritivo è inferiore a quella di bue e di montone, ma supera per questo riguardo la carne di vitello, di agnello, di porco e di pesce; è molto digeribile perchè povera di connettivo e di grasso, onde conviene agli ammalati ed ai convalescenti.

Tra i *rettili* la carne di testuggine è molto stimata. Tra i *batraci* le rane vengono spesso mangiate, ma la loro carne è ricca di acqua e poco nutritiva. Invece la carne dei *pesci* se da una parte costituisce un' alimento molto utile ed anzi necessario, massime per certi popoli, dall' altra riesce spesso poco digeribile perchè ricca di grasso, onde soltanto le persone dotate di molta energia digestiva possono farne uso a dose sufficiente. Lo stesso deve dirsi dei *crostacei* non perchè la loro carne fosse ricca di grasso, ma perchè molto stretta e compatta Tra i *molluschi* le ostriche e le lumache contengono nella loro carne circa il 15 % di materia azotata, ed il 2 % di sali, quindi costituiscono un' alimento molto nutritivo, ma buono soltanto per gli stomaci robusti, giacchè il più delle volte riescono indigeribili e possono produrre gravi sconcerti (1).

(1) Della *razione alimentare* giornaliera necessaria all' uomo si dirà nella *Nutrizione in generale*.

§ 4.° — *Fame e sete.*

Col nome di *fame* e di *sete* s' intendono due sensazioni particolari, che prova l' individuo quando ha bisogno sia dell' alimento che dell' acqua.

La *fame*, od il bisogno dell'alimento solido si appalesa periodicamente nell' uomo ogni 24 ore; incomincia con un senso piacevole, che è l' *appetito*, il quale spesso si provoca artificialmente mercè amaricanti (china, quassia ec:); se l' appetito poi non è soddisfatto, viene subito seguito da un senso spiacevole, qual'è quello della fame. La fame si appalesa al principio con varii sintomi, fra cui bisogna notare la grande debolezza, l' aridità delle fauci, il raffreddamento dell' individuo, la scarsezza delle secrezioni, la respirazione e la circolazione indebolite e rallentate, la facilità al deliquio per piccole fatiche ec:; seguono poscia sintomi più rilevanti e strazianti, come gravi disturbi nervosi, convulsioni, delirii e per fino mania furibonda, una prostrazione estrema, alle volte apatia e stupidità, e finalmente un grande ritardo nella circolazione, l'impossibilità alla meccanica respiratoria, il sudore freddo e la morte, che nell'uomo adulto avviene dopo circa 6 a 8 giorni, durante i quali l'individuo si è alimentato a spesa dei proprii tessuti (*autofagia*).

La fame diviene massima e si fa sentire più presto in varie condizioni, quali sono lo stato di convalescenza da malattie febbrili, la stagione invernale, dopo un lavoro protratto, e negl' individui giovani. Vi è poi una fame patologica che si riscontra in varie malattie, quali sono i catarri cronici dell' intestino, la tubercolosi delle glandule mesenteriali, il diabete mellito ec:.

Qual'è la *sede* della sensazione della fame?—Alcuni localizzano la fame nello stomaco, ed ammettono che tale sensazione giunga al cervello per la via dei nervi vaghi; altri invece vorrebbero con più ragione che la fame fosse un sentimento di tutto intero l' organismo, che ha bisogno della riparazione. La recisione dei due nervi vaghi mentre in alcuni animali apporta rifiuto all'alimento, altri animali invece continuano ad ingoiarlo; ciò che rende poi poco preciso tale esperimento si è, che l'esofago rimane paralizzato, e l' alimento, in quelli che lo seguitano ad introdurre (forse per istinto, per abitudine, o per soddisfare al gusto), invece di scendere nello stomaco, s' insacca nell' esofago fino a riempirlo, e poi viene rigurgitato; quindi la recisione dei vaghi per i disturbi che reca nell'esofago (ed anche per gl' intensi disturbi respiratorii e circolatorii) non mena ad alcuna conclusione certa. È indubitato per altro: 1.° che durante la fame si avverte un senso penosissimo di costrizione all' epigastrio, 2.° che si può calmare la fame riempiendo lo stomaco di materie non alimentari (fumo di tabacco, acqua tiepida, sostanze narcotiche che operano come calmanti locali), 3.° che basta ai polli l'avere riempiuta la loro ingluvie di grani, ed ai rumi-

Digitized by Google

nanti l'aver rimpinzato il loro pancione di erbe, perchè si estingua in essi la fame, e 4.° che per malattie croniche di stomaco (catarro) l'individuo ancorchè abbia grande bisogno di alimento, pure per le condizioni della sua mucosa gastrica non avverte tale bisogno, cioè non ha il senso della fame.

Quindi se a ragione la fame si deve considerare come l'espressione generale dell'organismo, che ha bisogno dell'alimento, non si deve poi negare che lo stato di vacuità protratto dello stomaco influisca molto in questa sensazione penosa, e se non si vuole proprio localizzare la fame nello stomaco, si può ammettere almeno che il sangue povero di materie nutritive irrorando i centri nervosi (midollo allungato) appartenenti ai nervi sensitivi dello stomaco, e stimolandoli anormalmente, questo stimolo verrebbe dall'individuo riferito alla periferia, e precisamente nella mucosa gastrica. E val molto meglio ammettere questa cagione, anzichè l'altra della vacuità dello stomaco, giacchè in tal caso sempre che lo stomaco è vuoto, anche allorquando la nutrizione è perfetta, si dovrebbe avvertire il senso della fame, e quei roditori invece che hanno lo stomaco sempre pieno non dovrebbero sentire mai fame.

La *sete* è l'espressione del bisogno che ha l'organismo dell'acqua. Questa sensazione si localizza bene nella bocca e nelle fauci, per uno stato particolare di secchezza dalla mucosa di queste parti; infatti basta talvolta respirare soltanto per la bocca e prosciugare così la mucosa delle fauci per essere tormentato dalla sete; lo stesso si ottiene negli animali operati di più fistole salivari, in cui poco liquido cola nel cavo orale, o pure prosciugando loro la mucosa delle fauci mediante polveri essiccanti; per l'opposto la sete si calma umettando ripetutamente con acqua le fauci, quantunque l'effetto duri poco, o pure masticando delle sostanze aromatiche od amare, che facendo sgorgare molta saliva, questa inumidisce le fauci; in tal caso l'individuo beve la sua propria acqua (*autopinta*). I nervi della sete sarebbero appunto quelli che si distribuiscono nella mucosa di queste regioni (trigemino, glosso-faringeo e vago); questi nervi sensitivi, secondo la più parte dei Fisiologi, sarebbero nella sete stimolati dal sangue dei capillari della mucosa, ricco di principii solidi, massime di sali, e povero di acqua, onde la ingestione di cibi molto salati o ricchi di materie solubili (zucchero), e la perdita di molt'acqua (sudore, urina) debbono essere naturalmente seguite da molta sete (1).

I sintomi della sete sono più aggravanti e più terribili di quelli della fame, in quanto che nell'organismo per la mancanza di acqua si paraliz-

(1) Consistendo la causa della sete nella sproporzione fra l'acqua ed i principii solidi nel sangue, sproporzione che viene avvertita dai nervi delle fauci, è naturale che tanto la iniezione di acqua nelle vene, quanto l'assorbimento di acqua per la pelle riescono a calmare la sete.

Digitized by Google

zano tutt' i processi chimici ed osmotici, indispensabili per la nutrizione e per la funzione dei singoli organi, dei singoli tessuti e dei singoli elementi cellulari.

Vi ha poi una sete patologica, che ha luogo d'ordinario nei gravi sconcerti d' innervazione (p. es. isterismo), ed è cagionata da stimolazione anormale dei nervi sensitivi della bocca e delle fauci; questa sete dicesi *polidipsia*, e spesso si vince mediante calmanti locali, come ad es. masticando le foglie di *coca* (*Erythroxylum coca* del Perù), le quali come calmano la sete, calmano pure fino ad un certo punto la fame, e lo sanno i viaggiatori dei deserti.

CAPITOLO II°

DIGESTIONE

Gli alimenti per essere resi *assimilabili* debbono necessariamente *disciogliersi*, e debbono disciogliersi dallo stesso organismo animale in un modo speciale; questa dissoluzione speciale degli alimenti, necessaria a renderli assorbibili ed assimilabili, dicesi *digestione*.

§ 1° — *Struttura dell' apparecchio digerente e dei suoi annessi.*

Il tubo digerente costituisce la superficie interna del corpo, estesa dalla bocca all' ano; esso consta di una porzione d'*ingestione* (bocca, istmo delle fauci, faringe ed esofago), di una porzione di *digestione* (stomaco ed intestino tenue), e di una porzione di *egestione* (colon, retto ed ano).

L' uomo introducendo per la bocca le sostanze alimentari allo stato naturale, costituite di albuminoidi, grassi, idrati di carbonio e sali, il grande ufficio dell' apparecchio digerente consiste: 1° nel separare le sostanze nutritive dal residuo non nutritivo, 2° nel ridurre le prime allo stato di soluzione o di divisione eccessiva permettendo loro in tal modo di potere attraversare le pareti dello stesso tubo digerente, e 3° infine nello espellere dal corpo il residuo indigeribile degli alimenti, insieme ad una certa copia di liquidi digerenti.

Per compiere questo ufficio multiplo il tubo digerente ha una parete costituita principalmente da due strati anatomici, uno interno *epiteliale-glandulare*, che influisce chimicamente sulle sostanze alimentari, e che serve di mezzo di protezione alle parti sottostanti, e di uno strato esterno *muscolare*, che influisce invece meccanicamente sugli alimenti.

In questo paragrafo quindi si studierà: 1° la *mucosa* del canale digerente ed i suoi *annessi*, 2° una tunica che congiunge la mucosa allo strato meccanico, e che dicesi *sottomucosa* (*nervea* degli Antichi), e 3° la *muscolatura* dello stesso canale digerente.

Digitized by Google

1.° *Mucosa del tubo digerente e sue appendici* — Questa mucosa risulta a sua volta di 3 strati, i quali dallo interno all' esterno sono: l' epitelio, il derma della mucosa, e la muscolare propria della mucosa.

L' *epitelio* del tubo digerente dalla bocca all' ano è sempre stratificato, le sue cellule profonde sono d' ordinario piccole rotonde od ovoidali, invece le cellule superficiali sono più grandi e variano di forma secondo le diverse sezioni dello stesso tubo.

L' epitelio della cavità orale, incominciando dalle labbra sino all' istmo delle fauci è pavimentoso, risulta da molti strati di cellule, di cui mentre le più profonde sono oblunghe, strette ed impiantate sul derma della mucosa (*f. 30*), le medie sono rotonde o leggermente schiacciate, e le superficiali sono sottili, molto larghe, poligonali (*f. 2*), con poco contenuto e con nucleo granuloso distintissimo. Queste cellule superficiali, che si desquamano continuamente, divengono filiformi, o a mo' di lacinie, sulle papille coniche della lingua (*f. 35*).

All' istmo delle fauci segue la faringe, della quale mentre il terzo superiore (porzione respiratoria) ha epitelio cilindrico vibratile, i due terzi inferiori (porzione digerente) hanno epitelio pavimentoso, in cui le cellule più superficiali sono meno larghe ma più grosse di quelle della bocca, ed hanno nuclei più distinti; questo epitelio si continua insensibilmente con quello dello esofago, il quale del pari è pavimentoso, e si limita al cardia con una linea netta e dentellata.

Nello stomaco ed in tutto il resto, si ha epitelio cilindrico con varie modifiche; così mentre nello stomaco e nel colon è costituito da cellule cilindriche (*f 3*) piccole e disposte a palizzata, senza alcun cappelletto o ciglia vibratili, nell' intestino tenue le cellule cilindriche sono più grandi ed hanno alla superficie libera un cappelletto, che presenta delle strie longitudinali, cioè disposte secondo il maggior diametro della cellula (*f. 5*). Queste strie secondo alcuni Istologi sarebbero poro-canali comunicanti colla cavità della cellula, invece secondo altri sarebbero delle ciglia appartenenti alla cellula e rimaste impigliate in una materia resistente e quasi cornea, secregata dalla stessa cellula ed accumulata sulla sua faccia libera. Le cellule cilindriche dell' intestino tenue inoltre avrebbero attaccato alla loro coda un lungo processo canaliculare, che metterebbe in comunicazione il loro contenuto colle lacune del connettivo della mucosa. Nello stesso intestino tênue, oltre alle cellule cilindriche, si trovano le così dette *cellule caliciformi* (*f. 6*), frammiste alle cilindriche ma in minor numero (1); queste cellule che non mancano in altre sezioni del tubo digerente e che abbondano sui villi (*f. 43*), hanno la forma di un calice senza piede, sono globose, e presentano alla faccia libera una membranella estensibilissima, la

(1) V. Osservazioni e ricerche sull' *Epitelio intestinale* per Albini e Renzone — Rendic. R. Acc. delle Scienze di Napoli — Marzo 1868.

quale spesso gonfiandosi per assorbimento di liquido nella cellula, finisce per rompersi, e la cellula così si vuota di un liquido mucoso e rimane aperta.

Tutto l'intestino colon ed il retto presentano epitelio cilindrico a piccole cellule senza cappelletto; al livello dell'ano si osserva un limite netto tra l'epitelio cilindrico e le cellule pavimentose dell'epidermide.

All'epitelio intestinale segue il *derma della mucosa*, fatto da connettivo piuttosto resistente, con fibrille elastiche e molti vasi; questo derma nella mucosa della bocca, della faringe e dell'ultima porzione del retto presenta delle papille rilevate, nelle quali terminano appunto i nervi tattili di queste parti; ed è soltanto in queste sezioni del tubo digerente che si trova un derma mucoso, ben costituito, e che si può isolare per un certo tratto, invece nella porzione mediana (stomaco, in. tenue, colon) le piccole glandule della mucosa sono talmente stivate da non lasciar comparire il derma. Il connettivo di questo derma presenta inoltre di tanto in tanto nelle sue maglie dei cumoli di corpuscoli linfatici, onde si potrebbe dire della modifica adenoide.

Infine al derma segue la tunica *muscolare propria della mucosa* (*f.39.m.*) costituita da due sottilissimi strati di fibre lisce, uno circolare interno ed un'altro longitudinale esterno; questa muscolare si osserva bene nello stomaco, nel tenue e nel colon.

La mucosa del tubo digerente presenta molte *appendici*, alcune delle quali sono in forma di elevazioni. ed altre a mo' di extroflessioni; le prime costituiscono le *papille linguali*, i *denti* ed i *villi intestinali*, invece le seconde sono appunto le *glandule*, le quali si possono dividere: 1° in quelle che restano nello spessore della mucosa o nello spessore della parete intestinale, e sono le glandule mucipare della bocca, della faringe e dell'esofago, le glandule muco e peptogastriche, le glandule del Brunner, ed infine le glandule del Lieberkühn; e 2° in quelle che escono per il loro volume dallo spessore della parete intestinale, costituendo così degli organi parenchimatosi più o meno grandi, e sono le glandule salivari, il pancreas ed il fegato.

Le *papille linguali* si distinguono in *coniche* e *claviformi* che si trovano su tutta la superficie della lingua, massime presso l'apice, ed in *circumvallate* che si trovano solo alla base della lingua; queste papille constano di connettivo molto fitto, ricoperto allo esterno di epitelio stratificato pavimentoso, e contenente allo interno anse vasali ed estremità terminali dei nervi tattili e gustatorii della lingua.

Le papille coniche nell'uomo (*f. 35*) hanno d'ordinario il loro apice costituito da molte papillette coniche o meglio filiformi, e le cellule epiteliali, dovendosi adattare alla forma di queste papille, divengono sottili e lunghe come tante lacinie. Le papille claviformi o fungiformi, che si veggono come tanti bottoncini rossi fra le prime, presentano, allorchè sono

Digitized by Google

spogliate dell' epitelio, la loro superficie ricoperta da tante piccolissime papille coniche ; tanto nelle papille coniche che nelle fungiformi si veggono terminare in gran copia i nervi del ramo linguale del trigemino. Infine le papille circumvallate o caliciformi , che costituiscono sulla base della lingua il V linguale, risultano di un bottone nel mezzo , cui segue allo intorno un solco circolare , e poi un cercine o labbro rilevato , disposto anche circolarmente ; tanto il bottone centrale che la sommità del cercine circolare presentano una mucosa ricca di piccole papille, in cui terminano in gran copia i nervi, massime del glosso-faringeo.

I *denti* sono produzioni della mucosa orale. L'uomo adulto ha 32 denti, distinti in 8 *incisivi* dalla forma d'uno scalpello, in 4 *canini* aventi la forma conica, ed in 20 *molari* a superficie mammellonata. In ciascun dente si distingue una parte visibile (*corona*), una parte infissa nell' alveolo (*radice*) ed un' anello di divisione fra queste due parti , sul quale s' inserisce la gengiva (*colletto*). All' apice della radice si nota un forellino (la cui ampiezza è in ragione inversa dell' età) , pel quale entrano nella cavità del dente il connettivo della mucosa, i vasi ed i nervi, che servono a costituire la polpa o *papilla dentaria*.

Riguardo alla struttura , si distingue nel dente (*f. 36*) un cappelletto di sostanza adamantina *i* , bianco e compatto come la porcellana, detto *smalto*, uno strato molto spesso sottostante *s* , detto *avorio* , ed infine una piccola porzione semitrasparente all' apice della radice *c*, detta *cemento*.

Lo *smalto* consta di tanti prismi di sostanza calcarea (*f. 37. s*) , tutti paralleli , ricoperti dalla cuticola omogenea e resistente *c* , ed impiantati sull' *avorio*; quest' ultimo poi si compone di una sostanza dura , bianca (analoga alla sostanza ossea compatta) , la quale presenta tanti canalicoli ramificati *a*, diretti radialmente, dalla cavità dentaria cioè verso lo smalto; alla congiunzione di questi canalicoli colla papilla dentaria si nota uno strato di grosse cellule connettivali , stellate (*odontoblasti*) , i cui processi s' immettono nei canalicoli suddetti, e che sono analoghe alle cellule ossee. Infine il *cemento* (*f. 38*) si compone di una sostanza intercellulare ossea molto scarsa, e di molti corpuscoli ramificati, onde la semitrasparenza.

Chimicamente lo smalto si compone, su 100, di circa 4 di sostanza organica, 87 di fosfato di calce, 4 di carbonato di calce, 3 di fluoruro di calcio , e 2 di fosfato di magnesia. L' avorio su 100 contiene circa 28 di sostanza organica (*osseina*), 67 di fosfato e fluoruro di calcio, 3 di carbonato di calce , 1 di fosfato di magnesia ed 1 di altri sali. Il cemento, rispetto all' avorio, contiene più di sostanza organica, e meno di materia minerale.

I *villi intestinali* sono piccole elevazioni coniche od a fettuccia , che si trovano sulla mucosa del tenue, e che per ciò la rendono vellutata; ciascun villo consta allo esterno di un' epitelio cilindrico (con cappelletti a poro-canali) e caliciforme , continuazione dell' epitelio della mucosa (*f. 43. e*); questo epitelio è stratificato e ricopre uno strato di connettivo periferico

del villo, al di dentro del quale si nota una sottile tunica di fibre muscolari lisce *m*, continuazione della muscolare propria della mucosa. Il connettivo centrale poi del villo che ne forma lo stroma, presenta molte lacune *i*, le quali tutte comunicano con un'ampia lacuna od ampolla centrale *o*, oblunga, che verso la base del villo fa continuazione diretta colla origine dei vasi chiliferi *c*. Infine nel villo entrano molti vasi sanguigni, terminanti ad anse, i quali decorrono flessuosi e formano una rete molto fitta; quando le fibre muscolari del villo si contraggono, questo si accorcia, diviene rugoso alla superficie, e si svuota sia del contenuto dell'ampolla centrale, che in gran parte del contenuto dei vasi sanguigni.

Le *glandule mucipare* della bocca sono dei lobicini rosei, del diametro di 1 a 4 mill., esistenti nel connettivo sottomucoso, e che con un dotto escretore si aprono sulla superficie libera della mucosa. Queste glandulette secondo la regione che occupano ricevono diverso nome; e si hanno le *gl. labiali* alla faccia interna delle labbra, le *gl. boccali* alla faccia interna delle guance, massime in prossimità dello sbocco del dotto steneniano, le *gl. palatine* tanto nel palato duro, che alla faccia anteriore e posteriore del palato molle, e le *gl. linguali* tanto alla base che alla faccia inferiore della lingua.

Tutte queste glandule, riguardo alla struttura, appartengono al tipo delle glandule acinose composte (*f.31*); e ciascuna consta di più lobuli, da cui si dipartono altrettanti dotti escretori, i quali a poco a poco riunendosi costituiscono il dotto escretore principale. Ogni lobulo presenta un'inviluppo di connettivo ricco di vasi sanguigni, nel quale si allogano appunto le ultime diramazioni glandulari a fondo cieco; queste sono globose o piriformi, constano di una membranella anista allo esterno, e di un'epitelio di secrezione allo interno, il quale presenta cellule poliedriche e trasparenti nella glandula fresca, ma che divengono granulose e con nucleo distinto dopo il trattamento coll'acido acetico. Agli acini glandulari seguono i piccoli dotti escretori, i quali risultano di connettivo elastico allo esterno e di epitelio pavimentoso allo interno; i grossi dotti escretori poi, ed il dotto principale presentano una guaina esterna connettivale, con uno strato distinto di fibre muscolari lisce, ed un'epitelio cilindrico allo interno. Queste glandule sono destinate a secregare il muco orale.

Nella *faringe* le glandule mucipare abbondano nella porzione superiore, e si rendono piuttosto rare nella porzione inferiore; esse nella porzione digerente della faringe sono grandi quanto quelle della bocca, ed hanno pure la stessa struttura.

Nell'*esofago* si hanno delle grosse glandule mucipare, in forma di tanti grappoli esistenti nella tunica connettivale sottomucosa, e che mediante dotti escretori flessuosi sboccano sulla superficie della mucosa esofagea. Secondo Fede queste glandule mucipare dell'esofago non sono veramente acinose composte, invece dopo digestione di pezzetti di esofago nel succo gastrico, onde disciogliere e disgregare il connettivo, queste

Digitized by Google

glandule si veggono risultare di tubi contorti e muniti di bozze, di rigonfiamenti, o di appendici a fondo cieco, tanto da non poterle ascrivere nè al tipo delle gl. acinose, nè al tipo delle gl. tubulari, onde lo stesso autore le ritiene come intermedie fra le vere glandule acinose e le tubulari più tipiche (1).

Nello *stomaco* e nell'*intestino* esistono pure glandule mucipare, ma queste invece di acinose sono nettamente tubulari, cioè nell'intestino tenue e grosso sono rappresentate da un'unico tubo (*f.34*), cilindrico, esteso nello spessore della mucosa fino a toccare col fondo cieco la tunica muscolare propria della mucosa (*glandule del Lieberkühn*), e nello stomaco le glandule mucipare (*f.33*) sono costituite ciascuna da un tubo tre o quattro volte ramificato, e le ramificazioni come il dotto principale sono tutte cilindriche (*glandule muco-gastriche*). Queste glandule mucipare dello stomaco e dell'intestino sono talmente stivate fra loro da non lasciare spazio, tranne per un poco di connettivo e per i vasi sanguigni. Le glandule mucipare dello stomaco, tubulari composte (possono trovarsi pure tubulari semplici), si riscontrano in gran copia riunite verso il piloro; invece verso il cardia o verso il gran fondo cieco trovansi abbondanti le *glandule pepto-gastriche*, o glandule a pepsina, le quali spesso si presentano pure tubulari composte (*f.32*), cioè hanno ciascuna un dotto escretore comune, tapezzato internamente da epitelio cilindrico, poi questo dotto si divide in 3 a 7 tubulini secondari a fondo cieco, che invece di essere esattamente cilindrici, sono bozzuti o varicosi, aspetto che dipende dall'epitelio di secrezione, il quale non ha cellule cilindriche, ma cellule rotonde, grosse, nucleate, con contenuto granuloso, in cui trovasi la *pepsina*. Queste cellule divenute mature migrano dai fondi ciechi verso il dotto escretore, nel quale si disfano, e dànno fuori il loro prodotto.

Nel *duodeno*, e massime nella sua porzione superiore, si trovano le così dette *glandule del Brunner*, cioè dei piccoli ammassi glandulari, che possono giungere fino a 2 mill. di diametro. Queste glandule sono abbastanza compatte, perchè ricche di connettivo che mantiene stretti gli elementi di secrezione; esse in generale vengono descritte come il tipo delle glandule acinose a grappolo, Schlemmer però a Vienna nel 1869 le descrisse come tubulari (osservazione poscia confermata da Palladino in Napoli), ed intanto sembrano acinose per il fatto che i tubuli a fondo cieco, stretti dal connettivo, si ripiegano e si accartocciano su loro stessi; nelle ultime diramazioni glandulari trovansi cellule epiteliali poliedriche e nucleate.

Glandule parenchimatose annesse al tubo digerente — Sono le glandule salivari, il pancreas ed il fegato. Tutte queste glandule si originano da extro-

(1) V. Bullettino dell'Associazione dei Naturalisti e Medici di Napoli — Marzo 1871.

Digitized by Google

flessioni dell'epitelio della mucosa, le quali per il loro volume considerevole si sono esternate dallo spessore della parete intestinale, e costituiscono organi a sè.

Le *glandule salivari* (parotidi, sottomascellari e sottolinguali) ed il *pancreas*, come le glandule del Brunner, si ritenevano fino a poco tempo fa come glandule acinose composte od a grappolo; oggi però in seguito ad osservazioni più precise si descrivono invece come glandule tubulari composte (1); cioè a dire, in esse il dotto escretore si divide, in ciascun lobulo, in tanti piccoli dottolini, i quali terminano ciascuno in un sistema di piccole digitazioni cilindriche, ripiene di epitelio di secrezione (*f. 48*) e circondate, oltre della sottile membrana propria trasparente con nuclei sparsi, da uno stroma finissimo di connettivo.

Le cellule di secrezione delle glandule salivari sono poliedriche, nucleate, ed a contenuto granuloso; l'ac. acetico intorbida le cellule delle glandule sottolinguali e sottomascellari, e non quelle della parotide (Frey), onde le prime debbono contenere mucina. I dotti escretori di queste glandule hanno epitelio cilindrico allo interno, ed uno strato di connettivo elastico allo esterno; nel dotto di Warthon si trovano anche fibre muscolari lisce, longitudinali e trasversali (Kölliker).

Le glandule salivari, oltre a molti vasi, ricevono pure gran copia di nervi, tanto dal sistema del gran simpatico, che dall'asse cerebro-spinale; i primi sono d'ordinario compagni delle arterie e sono in relazione con i vicini ganglii, otico, sottomascellare e sottolinguale, ed i secondi invece decorrono liberi nel connettivo, provenendo per la gl. parotide dal facciale (ed anche dal glosso-faringeo, dal vago, dallo spinale e dall'ipoglosso), per la gl. sottomascellare egualmente dal facciale, mediante il suo ramo detto *corda del timpano*, dopo che questo si è messo in relazione con il ganglio sottomascellare, o per la gl. sottolinguale infine dal nervo linguale del trigemino. Questi nervi, e probabilmente quelli dell'asse cerebro-spinale, presentano nelle glandule salivari una terminazione speciale; Pflüger infatti, nelle glandule salivari del coniglio, ha visto questi nervi penetrare col loro cilindrasse proprio nel protoplasma delle cellule secretrici, e terminare nel loro nucleo; altri tubulini nervosi poi (probabilmente del simpatico) terminano in cellule ganglionari grosse, nucleate e multipolari, di cui un prolungamento andrebbe a mettersi in relazione colle cellule secretrici.

Il *pancreas*, come si è detto di sopra, presenta la stessa struttura tubulare composta delle glandule salivari; le cellule secretrici sono del pari poliedriche nucleate, granulose, ed oltre ad una copia significante di mole-

(1) V. Bullettino dell'Associazione dei Naturalisti e Medici di Napoli — Renzone — *Ricerche sulla struttura del pancreas e delle glandule salivari* — Marzo 1870.

cole di grasso, contengono una sostanza albuminoide che coagula coll'ac. acetico, ma che si ridiscioglie in un eccesso di acido. I dotti escretori del pancreas hanno pareti sottili, e risultano di epitelio cilindrico allo interno e di una tunica di connettivo elastico allo esterno; nella parete del dotto principale o di Wirsung si trovano pure delle piccole glandule mucipare a grappolo. Secondo alcune ricerche di Saviotti e di Langerhans (1869) le cellule secretrici del pancreas sarebbero circondate da un reticolo delicato di canalicoli sottilissimi, comunicante con il lume dei piccoli dotti escretori, sarebbe cioè l'analogo di quello che alcuni ammettono nel fegato. I nervi del pancreas provengono dal gran simpatico, e probabilmente vi esercitano una influenza vasomotoria.

Il *fegato* è la più grossa glandula che esiste nel corpo; esso può considerarsi come due glandule riunite in una, cioè una glandula *biligena* ed una glandula *ematogena*; la prima è destinata a produrre la bile, è la seconda a produrre zucchero e globuli ematici; entrambe queste glandule sono unite in un solo parenchima, e la distinzione riguarda piuttosto l'ufficio, anzichè la struttura anatomica.

Il fegato risulta di tanti piccoli fegati, del diametro ciascuno di circa un millimetro, i quali diconsi *acini* o *lobuli epatici*, ed hanno tutti la stessa struttura; questi lobuli sono inviluppati da una piccola capsula di connettivo, continuazione della capsula glissoniana del fegato, più si distinguono gli uni dagli altri facilmente per essere circondati dai vasi interlobulari (v. porta ed a. epatica). Dal fegato vien fuori un canale escretore, il dotto coledoco, che si divide e si suddivide più volte nella glandula fino a ridursi in piccoli dottolini (*canali biliari*), ciascuno dei quali termina in un acino epatico. Il canalicolo biliare giunto all'acino si risolve in una specie di seno o canale periferico del lobulo (*f.46*) dal quale seno partono tanti tubulini, che decorrendo radialmente terminano al centro dell'acino a fondo cieco; l'epitelio contenuto in questi canalicoli ultimi (*cellule epatiche* di secrezione) fa continuazione non interrotta coll'epitelio del seno biliare periferico dell'acino.

La *vena porta* deve costituire nel fegato la rete vasale funzionale, cioè destinata alla formazione della bile; essa giunta nel fegato si risolve in più rami, e questi in altri fino a che si giunge a piccoli ramuscoli, i quali si fanno compagni dei canali biliari e formano attorno a ciascun'acino un seno venoso circolare (*f.44*), compagno per conseguenza del seno biliare periferico. Da questo seno perilobulare della vena porta si dipartono centripetamente moltissimi capillari venosi, i quali raggiungono il centro dell'acino, e nel loro decorso, anastomizzandosi, formano una rete sottilissima attorno alle cellule degli ultimi canalicoli biliari a fondo cieco, tanto che in ciascuna maglia della rete venosa non comparisce che una, od al più due cellule epatiche. Tutt'i capillari della v. porta giunti al centro dell'acino formano un unico tronco (vase intralobulare o *vena centrale* di Ger-

lach), che rappresenta l'origine delle *vene epatiche* o *sopraepatiche*, le quali poi debbono andare a sboccare nella vena cava inferiore.

L'*arteria epatica* invece dà nel fegato la rete nutritiva; giunta nel fegato si risolve in molti rami, e questi in una rete fitta di capillari nutritivi del parenchima epatico; di tutti questi capillari, divenuti venosi, alcuni sboccano nelle origini delle v. epatiche, ed altri, e sono i più, nei piccoli rami della v. porta, onde in tal modo anche il sangue venoso, reduce dalla nutrizione del fegato, contribuisce a formare la bile.

L'epitelio di secrezione del fegato, contenuto nei tubulini degli acini a fondo cieco, risulta da cellule poligonali o poliedriche, grandi circa 0,mm02, nucleate, di colore giallo-verdastro ed a contenuto finamente granuloso, in cui spesso si notano granuli pigmentali bruni e gocciole di grasso (*f.45*), sono appunto le *cellule epatiche* o secretrici della bile; queste cellule secondo alcuni Istologi sarebbero prive di membrana, e talvolta, secondo Schiff, presentano dei piccoli granuli bianchi di glicogeno od inulina epatica.

Secondo ciò che si è detto innanzi le cellule epatiche si troverebbero nello interno dei canalicoli biliari a fondo cieco (*f. 46*); vi è però un'altra opinione nella scienza circa l'origine dei canali biliari, ed è, che dai seni o canali biliari periferici degli acini nascono dei piccolissimi canalicoli biliari (*capillari biliari*), secondo alcuni a parete sottilissima, i quali vanno a costituire una reticella molto delicata in tutto l'acino epatico corrispondente (*f. 47*), tanto da comprendere esattamente in ciascuna maglia una cellula epatica; secondo una tale opinione le cellule epatiche si troverebbero fuori e non dentro dei canalicoli biliari, e solo starebbero in contatto intimo cogli stessi. A questo proposito Wundt fa una osservazione molto giusta, ed è che un tale reticolo, dimostrato da iniezioni molto fine, potrebbe esser dovuto sia a veri canalicoli capillari, che allo immettersi della massa d'iniezione negli spazii intercellulari delle cellule epatiche.

I dotti biliari escretori incominciano coi seni biliari periferici degli acini, detti pure canali interlobulari, i quali risultano di una membranella omogenea, tapezzata internamente da uno strato epiteliale a piccole cellule; la stessa struttura presentano i piccoli dotti che si dipartono dagli acini. Nei dotti più grandi si trova un'epitelio cilindrico allo interno ed una tunica connettivale allo esterno; infine nei grossi dotti biliari, che costituiscono il dotto coledoco si rinviene una mucosa ben distinta, con epitelio cilindrico stratificato e con piccole glandulette mucipare, più una tunica di tessuto fibroso allo esterno, in cui non si sono potute dimostrare con certezza fibre muscolari. La cistifellea presenta una mucosa allo interno con epitelio cilindrico e con glandule mucipare a grappolo, ed allo esterno una tunica formata, secondo Henle, di strati alternativi di connettivo e di fibre muscolari lisce.

Il fegato riceve molti nervi sia dai vaghi, massime sinistro, che dal

plesso celiaco ; questi nervi si distribuiscono ai canali biliari, all'arteria epatica, alla vena porta, alle vene epatiche ed al connettivo della capsula glissoniana.

2.° *Tunica sottomucosa del tubo digerente* — Questa tunica (*nervea* degli Antichi) risulta di connettivo areolare, lasco, cedevole, con fibrille elastiche sottili, connettivo che insensibilmente si continua con quello adenoide del derma della mucosa. Nella sottomucosa intestinale decorrono i vasi e i nervi della mucosa; i vasi sono sanguigni e chiliferi, i nervi poi hanno diversa provenienza secondo le varie sezioni del canale alimentare, e per lo stomaco ed intestino derivano non tanto dalla porzione addominale del n. vago, quanto dal gran simpatico; nella sottomucosa del tenue i tubulini nervosi, grigi e nucleati del simpatico, formano un delicatissimo plesso (Remack e Meissner), ricco di cellule ganglionari, dal quale plesso alcuni tubulini raggiungono proprio la superficie della mucosa, ed altri si portano alla tunica muscolare propria della mucosa ed alle fibre dei villi. Questo plesso comunica allo esterno col plesso chiuso fra i due strati della tunica muscolare dell'intestino.

Nella sottomucosa intestinale si trovano pure i *follicoli linfatici* chiusi, i quali possono essere solitarii ed agminati; i primi si rinvengono in tutta la lunghezza dell'intestino (*f.39.T. I.*) e sono grandi da 0mm.,2 a 2mm., i secondi invece appartengono all'ileo, e vi si allogano di contro all'inserzione del mesenterio; questi ultimi diconsi puro *placche del Peyer* (*f. 42. T. I.*) e, risultano di un'aggregato di molti follicoli solitarii (circa 20 a 80).

Il follicolo linfatico intestinale si compone di uno stroma di tessuto connettivo reticolare od adenoide, le cui maglie sono più larghe nel centro, e molto strette alla periferia, senza essere terminate (secondo Henle) da una capsula di connettivo fibroso; in queste maglie si allogano stretti e stivati i corpuscoli linfatici o leucociti in diverso stadio di sviluppo; nelle trabecole poi dello stroma decorrono molti vasi sanguigni, formanti un reticolo molto delicato. Questi follicoli rappresentano delle glandule linfatiche in miniatura, essi sono circondati da vasi varicosi o meglio seni linfatici, da cui si staccano dei piccoli vasellini che si aprono liberamente nelle lacune del connettivo adenoide del follicolo; questi vasi linfatici si riuniscono ai grossi vasi linfatici o chiliferi della sottomucosa intestinale. La mucosa dell'intestino su ciascun follicolo linfatico è sprovvista di villi e di glandule, invece attorno al follicolo s'infossa e forma una saccoccetta circolare, in cui si aprono molte glandule del Lieberkühn; nelle placche del Peyer i villi sono riuniti soltanto negl'interstizii fra i follicoli.

Alla base della lingua, cioè dietro delle papille circumvallate, si trovano pure dei gruppi di follicoli linfatici, disposti in un modo speciale; la mucosa s'infossa e forma una saccoccetta, nelle pareti di questa saccoccetta è appunto che sono allogati dei follicoli (*f. 40. T. I.*) in un solo strato.

Le *tonsille* od *amigdale* si trovano ciascuna fra i due pilastri del velo pendulo, risultano di tanti infossamenti o ripiegature della mucosa, nelle pareti delle quali esistono molti follicoli linfatici (*f.41.T.I.*), formanti uno strato molto compatto; le cavità di queste saccocce sono tapezzate di epitelio pavimentoso. Nelle tonsille si trovano pure molte glandule mucipare acinose a grappolo, i cui condotti si aprono sia alla superficie delle amigdale, sia attorno alle stesse, e sia pure nelle saccocce a fondo cieco, le quali perciò si presentano costantemente ripiene di muco.

Nella faringe infine esistono pure molti follicoli linfatici aggruppati, massime nell'alto fondo della stessa, sotto la base del cranio (*amigdala faringea* di Kölliker).

3° *Tunica muscolare dell' apparecchio digerente* — Il tubo digerente presenta allo esterno dello strato mucoso uno strato muscolare o meccanico (oltre alla tunica muscolare propria della mucosa), costituito da fibre muscolari lisce per tutto il tratto interno o *di digestione*, e da fibre muscolari striate nelle due aperture naturali, cioè *d' ingestione* e *di egestione*.

Le fibre lisce nell' intestino sono disposte in doppio strato, uno interno circolare, ed uno esterno longitudinale; questi due strati nel tenue si trovano molto spessi, con predominio dello strato circolare interno, ed invece sono assottigliati nel colon; anzi in quest' ultimo, nell' uomo, mentre la tunica circolare interna è regolare, continua e non interrotta, quella longitudinale esterna è divisa in tre nastri principali, che decorrono longitudinalmente e separati fra loro, riunendosi nell' S iliaca e nel retto in uno strato continuo. Nell' esofago e nel retto si trova un sistema predominante di fibre longitudinali esterne, le quali nella parte superiore dell' esofago sono in gran parte striate, quantunque involontarie; nel retto tra le fibre lisce longitudinali se ne trovano anche molte striate, provenienti dai muscoli elevatori dell' ano (Sappey); le fibre interne circolari in vicinanza dell' ano si addensano in modo da formare lo *sfintere* anale interno involontario; circa 8 centim. sopra dell' ano si trova un' altro piccolo sfintere detto *del Nélaton*, e più sopra ancora, cioè fra il retto e l' S iliaca, si rinviene lo *sfintere superiore* di O' Beirne, il quale avrebbe per ufficio di trattenere e di lasciare accumulare le fecce nell' S iliaca.

Oltre al doppio sistema di fibre longitudinali e circolari dell' intestino ve ne ha un' altro di fibre obbliquе in un grosso diverticolo del tubo digerente, cioè nello stomaco. Le fibre esterne longitudinali di quest' ultimo si trovano collette lungo la piccola curvatura, ed in vicinanza delle due aperture, invece sono diradate e quasi mancanti nella grande curvatura; le fibre circolari o medie si moltiplicano presso il piloro, ove formano una specie di sfintere molto resistente; infine le fibre obbliquе o interne abbracciano il fondo cieco dello stomaco e si perdono sulle due facce, anteriore e posteriore.

La tunica muscolare dell' intestino è innervata dai plessi, solare, mesenterico superiore e mesenterico inferiore del gran simpatico; questi nervi fra i due strati della tunica muscolare formano un plesso molto sviluppato, detto *plesso mienterico* (Auerbach), e fornito negli angoli della sua rete di molte cellule ganglionari.

Alle due aperture del tubo digerente (d'ingestione e di egestione) si trovano nello strato meccanico muscoli striati volontarii, i quali sono disposti in modo da ripetere lo stesso sistema circolare e longitudinale dell'intestino. All'apertura e nel tratto d' ingestione si hanno, come muscoli circolari, lo sfintere della bocca ed i pilastri del velo pendulo, invece come muscoli longitudinali, i buccinatori e tutt'i dilatatori della bocca ed elevatori del palato molle; la lingua compie ad un tempo coi suoi muscoli sia l' accorciamento che il restringimento del cavo orale.

Nella faringe i tre muscoli costrittori, superiore, medio ed inferiore, sono disposti obbliquamente, e per tale ragione operano contemporaneamente da muscoli circolari e longitudinali, i quali ultimi vengono poi coadiuvati dai muscoli stilo-faringei.

Nell' apertura di egestione i muscoli circolari costrittori sono rappresentati (oltre allo sfintere interno) dallo sfintere esterno dell' ano; ed i muscoli longitudinali, retrattori ed antagonisti dei primi, dai muscoli elevatori dell' ano.

§ 2° — *Chimica della digestione — Secrezioni del tubo digerente.*

I succhi necessarii per la digestione si possono ridurre a sei, che sono: 1.° il *muco*, 2.° la *saliva*, 3.° il *succo gastrico*, 4.° la *bile*, 5.° il *succo pancreatico*, e 6.° *il succo enterico*.

1.° *Muco* — Il muco, considerato là dove offre solo ufficii meccanici e non chimici, è il prodotto di secrezione delle glandule mucipare acinose della bocca, della faringe e dell' esofago; può essere pure il prodotto della metamorfosi mucosa dell' epitelio. È un liquido limpido, o leggermente torbido, filante, alcalino, al microscopio presenta molte cellule epiteliali, sfaldate dalla mucosa, sulla quale il muco si versa, ed altri elementi cellulari a protoplasma granuloso, nucleati e semoventi, che sono i *globuli del muco*. Il muco dal cavo orale si può raccogliere negli animali dopo d'avere esternati mediante fistole tutt' i condotti delle glandule salivari.

Il muco, oltre all' acqua ed a pochi sali alcalini, contiene un derivato albuminoideo, la *mucina*, che si coagula col calore, coll' alcool e coll'acido acetico. Secondo Bidder e Schimdt, il muco orale del cane contiene circa il 99 % di acqua ed il resto di principii solidi, tra cui 0.38 di sostanze organiche, 0.53 di cloruri alcalini, e 0.08 di fosfati alcalini e terrosi.

Digitized by Google

Il muco ha per ufficio meccanico di spalmare la mucosa del canale digerente, e di permettere così il facile scorrimento della materia alimentare; esso in generale rimane inalterato nell' intestino e si espelle colle fecce.

2.° *Saliva* — La saliva, come quella che si raccoglie nel cavo orale (*saliva mista*), è un liquido leggermente torbido, incoloro, inodoro ed insipido, della densità di 1,004 a 1,009; questo liquido oltre all' acqua, ai sali alcalini e terrosi, ed a qualche traccia di albumina, contiene come principii specifici: 1° la mucina, proveniente sia dalle glandule mucipare della bocca, sia dalle stesse glandule salivari; 2° la *ptialina*, che è un derivato albuminoideo, operante da fermento diastasico; 3° il solfocianuro di potassio che dà una colorazione rosso sangue col percloruro di ferro; e 4° infine al microscopio vi si rinvengono cellule epiteliali pavimentose della bocca, globuli di muco e *corpuscoli della saliva*, i quali ultimi sono alquanto più grandi dei precedenti, e del pari con protoplasma granuloso e semovente.

Secondo Frerichs la saliva mista dell' uomo, su 1000, avrebbe 994.10 di acqua, e 5.90 di principii solidi, i quali sarebbero: muco ed epitelio 2.13, grasso 0.07, ptialina 1.41, solfocianuro di potassio 0.10, cloruri, fosfati e carbonati alcalini e terrosi 2.19.

La saliva che esce dalle glandule, si presenta di reazione debolmente alcalina, ristaguando nella bocca per breve tempo diviene neutra, ed infine nel prolungato digiuno, ovvero poche ore dopo il pasto la saliva acquista una debole reazione acida per la fermentazione (lattica, butirica, acetica) delle diverse sostanze organiche rimaste fra i denti.

La saliva, versatasi nel cavo orale, compie diversi ufficii; come liquido acquoso facilita la masticazione e la formazione del bolo alimentare, scioglie le sostanze solubili nell' acqua, e per la sua alcalinità può avere anche una certa influenza dissolvente sulle materie albuminoidi e grasse; per il suo fermento saccarificante, la *ptialina*, la saliva discioglie le sostanze più abbondanti nell' alimentazione dell' uomo, quali sono gl' idrati di carbonio e precisamente l' amido cotto. La saliva, alla temperatura del corpo, unita all' amido cotto ($C^{12}H^{10}O^{10}$), lo trasforma prima in destrina e poi in glucosio ($C^{12}H^{12}O^{12}$), e quest' azione è tanto pronta, che basta dimenare per la bocca della colla d' amido per pochi minuti, e poscia riporla in un recipiente, per convincersi che la massa non si colora più in azzurro col iodo, e che invece col reattivo cupro-potassico dà una manifesta reazione di glucosio.

La *ptialina*, scoverta da Leuchs nel 1831, e detta *diastasi animale* da Mialhe, si prepara nel seguente modo; nella saliva filtrata si versa un poco di ac. fosforico ordinario e poi una quantità conveniente di acqua di calce; si forma un precipitato di fosfato di calce, che trasporta seco la mucina e la ptialina; il precipitato si raccoglie su di un filtro, e si lava con acqua, la quale scioglie soltanto la ptialina. Al liquido filtrato si aggiunge alcool

Digitized by Google

assolnto, e si ottiene così un precipitato bianco fioccoso, che ridisciolto in un' eccesso di acqua e precipitato coll' alcool più volte, si raccoglie, si dissecca e rappresenta la ptialina pura, la quale se si scioglie nell' acqua, il liquido acquista il potere saccarificante sull' amido; potere che aumenta con una leggiera alcalinità del liquido, ma che non cessa con una moderata reazione acida dello stesso.

L' uomo dà nelle 24 ore circa 1200 a 1500 gram. di saliva (Bidder e Schmidt).

La saliva si raccoglie o direttamente dal cavo orale, ed in tal caso, come si è detto, è la saliva *mista*, o pure dai dotti delle singole glandule, innestandovi dei piccoli tubi metallici (*T. VII.*) sia negli sbocchi naturali, che in aperture artificiali, praticate sul decorso degli stessi dotti (*fistole salivari*). La saliva presenta proprietà diverse secondo che viene dalla parotide, dalla sottomascellare, o dalla sottolinguale. Quest'ultima è la più densa, contiene circa 9.98 % di principii solidi, ed è la più ricca di mucina e di corpuscoli del muco e della saliva; la sua composizione è stata finora poco studiata, atteso la difficoltà di ottenerla, e sembra che abbia piuttosto ufficii meccanici nella bocca, come il muco, anzichè ufficii chimici.

La saliva della *parotide* invece e quella della *sottomascellare* sono state bene studiate, e differiscono molto fra loro sia per la composizione chimica, che per le proprietà. La *saliva della gl. parotide* è acquea, e si vede scorrere a gocce quante volte s' introduce un piccolo tubo nel dotto stenoniano dell' uomo; secondo Eckhard la sua dentità nell' uomo è di 1,0036, e contiene appena 0.57 a 0.61 % di materie solide; è debolmente alcalina, non contiene mucina, è la più ricca in solfocianuro di potassio e in sali, sopratutto terrosi, ed infine mentre nel cane sembra sfornita di ptialina, nell'uomo ne ha una piccola quantità onde presenta un limitato potere saccarificante.

La *saliva della gl. sottomascellare* è più facile ottenerla per fistola negli animali, che nell' uomo introducendo un tubo nel dotto del Warthon; è filante densa, ricca di mucina e di ptialina contiene pochi sali e pochissimo solfocianuro; il suo potere saccarificante però è sempre minore di quello della saliva mista. Questa saliva varia di densità e composizione secondo i varii stati nei quali si può trovare la gl. sottomascellare; questa glandula infatti riceve, come si è detto, nervi sia dalla corda del timpano (facciale e trigemino), che dal gran simpatico; eccitando la corda del timpano in un cane, dopo avere innestato nel detto di Warthon una cannuletta metallica, si ottiene dalla gl. sottomascellare un liquido abbondante, della densità di 1,0046, molto alcalino, limpido, poco filante, che contiene circa 1 % di sostanze solide, cioè poc'albumina, poca mucina, ed anche una scarsa copia di cloruri alcalini, di fosfato di magnesia e di calce, e di carbonato di calce; la gl. sottomascellare sotto l' irritazione della corda si riscalda, si fa rossa, i suoi vasi si dilatano, il sangue esce ros-

Digitized by Google

so e con grande pressione dalle vene glandulari, e queste pulsano perfino; però la glandula cede scarsa copia di prodotti specifici, sopratutto di ptialina, onde la *saliva della corda* è poco o nulla saccarificante. Questo disturbo di secrezione non dipende soltanto dalla circolazione accelerata, giacchè il flusso abbondante di saliva continua sotto la irritazione della corda, anche allacciate le carotidi, ed anche decapitato l'animale. Irritando invece il simpatico si ottiene una saliva scarsa, della densità di 1,0156, assai filante e vischiosa, torbida, fortemente alcalina e ricca in principii solidi (1.6 a 2.8 %) e in elementi cellulari; contiene più mucina ed albumina che la precedente, gli stessi sali ed una certa copia di ptialina, onde è leggermente saccarificante. Sotto la irritazione del simpatico la gl. sottomascellare diviene amemica, i suoi vasi si restringono, la circolazione vi si trova notevolmente rallentata, ed il sangue esce lentamente ed assai nero dalle vene.

La saliva rispetto alla sua parte specifica (*ptialina, mucina*) viene formata dalle cellule dei fondi ciechi delle glandule salivari, nei protoplasmi delle quali l'albumina si metamorfoserebbe in ptialina, e questa poi verrebbe fuori non tanto per disfacimento delle cellule, quanto per una specie di estrazione che potrebbe operarvi l'acqua e gli altri principii venuti dai capillari sanguigni. Dai fondi ciechi la saliva si avvia per *vis a tergo* e per capillarità nei piccoli dotti e poi nei grossi dotti, dai quali ultimi viene sollecitata ad uscire sempre che le rispettive glandule vengono mosse o compresse, sopratutto per i movimenti della mandibola e della lingua.

Questa secrezione, per la quantità, non è sempre costante; d'ordinario, allo stato di riposo, cola tanta saliva nella bocca, che basta per tenerla umida, saliva che di tanto in tanto inavvertentemente si deglutisce; invece semprechè viene eccitata la mucosa orale da sostanze irritanti e sapide, la saliva scorre dai singoli dotti in gran copia; in tal caso, come pure semprechè la mucosa gastrica viene irritata, si tratta di un'aumento di secrezione per un'azione nervosa di riflesso, in cui i nervi centripeti sarebbero la radice sensitiva del trigemino, il glosso-faringeo ed il vago, i nervi centrifughi il facciale, il simpatico e la radice motrice del trigemino, ed il centro reflettore non solo il midollo allungato, ma ancora i ganglii del simpatico che sono in relazione colle glandule salivari. L'eccitamento nervoso per la secrezione salivare, oltre ad essere riflesso, può essere pure diretto, cioè può venire direttamente dai centri nervosi encefalici, come nell'immaginare vivande squisite, nei pensieri erotici ec.

Infine l'introduzione di sostanze particolari medicamentose nel sangue, che vanno poi ad uscire in gran copia per le glandule salivari (preparati mercuriali), attiva di molto la secrezione della saliva.

3.° — *Succo gastrico* — È il prodotto delle glandule pepto-gastriche, a

differenza del muco che viene secregato dalle glandule muco-gastriche. La secrezione del muco nello stomaco è continua, anche a stato di digiuno, nel quale caso non si trova altro nello stomaco che una vernice di muco misto a saliva, cioè un liquido grigiastro, tenace, ricco di cellule epiteliali sfaldate, alquanto torbido, che aderisce fortemente alla mucosa scolorata e pallida, e che è di reazione alcalina. Non appena poi viene stimolata la mucosa gastrica, ad es. con una sostanza alimentare, immediatamente il muco si stacca e riveste le materie alimentari, laddove che la mucosa si arrossa, s'intumidisce ed incomincia a versare il succo gastrico acido ed acquoso dalle glandule pepto-gastriche, insieme a molte cellule a pepsina non ancora disfatte; quindi la secrezione del succo gastrico è intermittente, cioè comincia appena gli alimenti vengono introdotti nello stomaco, e si arresta quando quest' organo rimane vuoto.

Il succo gastrico si ricava dallo stomaco in diverso modo. Spallanzani lo ricavava facendo ingoiare ai grossi uccelli dei piccoli tubi di latta, a parete bucherellata, dentro i quali aveva chiuso delle spugne secche, e poscia dopo alquanto tempo li ritirava sia con un laccio, sia facendo vomitare l'animale; ciò si rileva da più luoghi della sua opera sulla digestione, e massime dal seguente:

« *Adunque a cinque cornacchie, che allora mi trovava avere, feci ingoiare 40 tubetti muniti di loro picciole spugne, cioè 8 per ciascheduna. Dopo tre ore e mezzo tutti i tubetti erano già stati rimandati per la bocca; e la quantità di sugo gastrico espressa dalle 40 spugnette ascese a grani 481. Con questo artifizio non andarono pochi giorni che io misi insieme 13 once di sugo gastrico corvino.* »

Altri Fisiologi, come Tiedemann e Gmelin, facevano ingoiare dei corpi irritanti ed insolubili agli animali, e dopo alquanto tempo li ammazzavano per trovare molto suco gastrico raccolto nello stomaco.

Oggidì il succo gastrico si estrae comodamente mediante la fistola gastrica, la cui invenzione si deve ad un caso del tutto fortuito, cioè che nel 1834 Beaumont ebbe l'occasione di studiare una ferita d'arme da fuoco, penetrante nella cavità dello stomaco in un cacciatore del Canadà, e pel primo pensò di stabilirvi delle esperienze riguardanti la digestione gastrica. In seguito altri Fisiologi stabilirono artificialmente sugli animali delle fistole gastriche, ed il metodo perfezionato dal Bernard è il seguente. In un cane, messo in posizione supina, ed a cui da poco tempo si è dato copioso alimento per distendere lo stomaco, si pratica una incisione longitudinale nello addome, e proprio al bordo esterno del muscolo retto di sinistra, e nella regione epigastrica; trovato lo stomaco, lo si fissa con due punti di cucitura ai due capi della ferita, e poi se ne incide la parete anteriore, e per questa apertura s' introduce l' estremo od il disco interno di una cannula di argento, fatta a bottone di camicia (*T. VII.*); sulla parte mediana ristretta della cannula si chiudono e si stringono, mediante punti di sutura, prima la parete dello stomaco, poi le pareti muscolari dello addome ed

in ultimo la pelle, facendo rimanere libero al di fuori il disco o l'estremo esterno della cannula, munito di un tappo a vite. Dopo 8 a 10 giorni, l'animale essendosi ristabilito, il succo gastrico si ricava facendo rimanere il cane, digiuno, sui quattro piedi, ed introducendo per la cannula di argento nello stomaco una penna (se occorre, bagnata nell'alcool), colla quale si stimola la mucosa gastrica, e subito dopo si vedrà scorrere il succo; questo succo è impuro e torbido per le sostanze estranee contenute nello stomaco, onde bisogna filtrarlo prima e poi adoperarlo per gli usi convenienti, e massime per le *digestioni artificiali*, che si praticano ponendo in piccoli tubi di vetro dei pezzettini di sostanze alimentari con alquanto succo gastrico; questi tubi ben chiusi si tengono per un certo tempo alla temperatura del corpo, come sotto l'ascella, e così si studia la dissoluzione degli alimenti.

Finalmente si può ricavare succo gastrico anche dallo stomaco di un animale di fresco ucciso, scollandone la sola mucosa, e pestandola in un mortaio di vetro con acqua acidulata al millesimo con ac. cloroidrico; il liquido ottenuto (*succo gastrico artificiale*) del pari si filtra e si conserva.

La quantità di succo gastrico che si secrega nelle 24 ore varia a seconda gl' individui ed a seconda gli animali; secondo Corvisart un cane di 10 kilogr. di peso dava 500 gram. di succo gastrico il giorno; Schmidt dice aver raccolto 580 gram. di succo gastrico in un'ora da una donna affetta da fistola gastrica. Questa quantità per altro aumenta per stimoli insoliti sulla mucosa gastrica, come la corrente elettrica, gli eccitamenti meccanici, i sali alcalini, l'alcool ec.

Il succo gastrico è acquoso, sufficientemente acido, incoloro, o leggermente gialliccio, trasparente od appena torbido, con odore sui generis e con sapore speciale acido-salino nauseoso, è imputrescibile ed antisettico per eccellenza, onde può conservarsi inalterato per lungo tempo, infine riscaldato moderatamente non s'intorbida, ma bollito a lungo si intorbida appena e perde le sue proprietà digestive. La sua densità oscilla fra 1.001 a 1,010; all'analisi chimica presenta nell'uomo 1 % di sostanze solide, e nel cane circa 3 %; tra queste sostanze solide, oltre ai grassi, ai cloruri alcalini ed ai fosfati, si riscontrano dei principii *specifici*, che sono proprii di questa secrezione. Questi principii sono due cioè: 1.° un acido libero, l'ac. cloroidrico, e 2.° un fermento, la *pessina* (detta pure *gasterasi*). L'acido libero è appunto l'ac. cloroidrico, il quale vi si trova (pei diversi animali) nella proporzione di ¼ a 3 per 1000, e che si appalesa coi fumi bianchi, che si formano su di un tubo bagnato nell'ammoniaca, allorchè questo si pone sul succo gastrico che si riscalda. Oltre a quest' acido, vi si trovano accidentalmente delle tracce di ac. butirico e di ac. acetico, non che una certa dose di ac. lattico, che è costante; anzi quest' ultimo, come pure l'ac. fosforico, può essere supplettorio dell'ac. cloroidrico nelle digestioni artificiali. Oggidì per le ricerche di Schmidt non vi ha dubbio che l'acido libero predominante nel succo

gastrico sia l'ac. cloroidrico, e ciò per due ragioni: 1.ª perchè dosando le basi di questo succo da un lato, e l'ac. cloroidrico dall'altro (allo stato di cloruro d'argento), si nota quest'ultimo in copia *eccedente* relativamente alle basi, onde una porzione dev'essere *libera*; e 2.ª dosando con una soluzione titolata di potassa l'acido *libero* nel succo gastrico, la quantità di questo acido *corrisponde* appunto a quella di ac. cloroidrico eccedente sulle basi, dosata precedentemente, anzi è sempre un poco maggiore per gli altri acidi liberi.

Il secondo principio specifico del succo gastrico è un fermento, la *pepsina* (in media 1 %), la quale allorchè si trova in liquidi acidi, e ad una certa temperatura (37°) scioglie gli albuminoidi solidi ed i gelatinosi e li riduce a *peptoni*, che a differenza degli albuminoidi sono *solubili* e molto atti ad essere assorbiti per membrane animali porose, e non si lasciano precipitare più dal calore, dagli acidi minerali, dagli alcali e dai sali metallici (p. es. sali di rame, sali di ferro, allume, nitrato d'argento ec.); solo l'ac. tannico concentrato e l'alcool (a 80°) possono precipitare i peptoni, non che alcuni sali metallici, come il bicloruro di mercurio e l'acetato di piombo; come gli albuminoidi poi, i peptoni si colorano in giallo-paglia coll'ac. nitrico, in violetto col solfato di rame e potassa, ed in rosso-carneo col liquido del Millon. I corpi albuminoidi solidi (1) venuti in contatto del succo gastrico, prima subiscono l'azione dell'acido e poi quella della pepsina; per la prima essi si gonfiano, si spappolano e diventano semi-trasparenti, fino a disciogliersi quando si trovano in un liquido che avesse 3 a 4 p. 1000 di acido, insomma l'acido è necessario sia per una macerazione preparatoria degli alimenti, sia per rendere attiva la pepsina; per l'azione poi definitiva di quest'ultima sostanza gli albuminoidi passano allo stato di vera soluzione (se capitano nello stomaco albuminati alcalini, come la caseina, questi vengono prima precipitati per la neutralizzazione e poi disciolti dal succo gastrico). Nel primo caso diconsi allo stato di *parapeptone* (Meissner) o di *sintonina* Brücke, e nel secondo allo stato di vero *peptone*: nel primo caso sono ancora precipitabili per l'aggiunta dell'acqua, dei sali metallici e per la neutralizzazione del liquido cogli alcali, e nel secondo caso questa precipitazione non ha luogo.

Per ricavare dallo stomaco una *pepsina* molto attiva, Wittich tratta più di una volta la mucosa gastrica colla glicerina, indi precipita coll'alcool la pepsina trasportata da quest'ultima; il precipitato ridisciolto nell'acqua acidulata coll'ac. cloroidrico, fornisce un liquido dotato di un forte potere digestivo. La pepsina non ha un'azione illimitata sulle sostanze albuminoidi; essa ne scioglie una certa copia e poi la sua azione si arresta; una maggiore quantità di pepsina ne scioglierebbe di più. Pertanto questo arresto

(1) L'albumina liquida si digerisce più lentamente dell'albumina solida e coagulata.

nell' azione digestiva non è sempre dovuto alla mancanza di pepsina, esso può tenere ancora all' accumulo dei peptoni, giacchè la loro presenza diminuisce l' attività della digestione (Hardy). La stessa quantità di pepsina per altro può, con un rimpiazzo continuo dell' acido, sciogliere sempre nuova copia di albuminoidi (Hermann) (1).

Le materie grasse ed i feculacei non vengono influenzati dal succo gastrico; soltanto il saccarosio, per l' azione dell' acido libero si muta in glucosio. L' azione saccarificante della saliva nello stomaco non viene paralizzata.

Il succo gastrico semprechè viene privato del suo fermento, la pepsina, diventa inattivo, come succede per la cottura prolungata, per l' alcool, per gli acidi molto concentrati, per i sali metallici e per la bile, sostanze tutte che precipitano la pepsina.

La composizione chimica del succo gastrico dell' uomo, contenente della saliva, su 1000, secondo Schmidt è la seguente: acqua 994.40, grassi 5.60, sostanze organiche (pepsina) 3.19, cloruro di sodio 1.46, cloruro di potassio 0.55, cloruro di calcio 0.06, acido cloroidrico 0.20, fosfati (di calce, di magnesia e di ferro) 0.12.

Secondo Bernard il succo gastrico del cane, senza saliva, avrebbe su 1000: acqua 973.062, sostanze organiche 17.127, sostanze minerali 9.811; queste sostanze minerali poi sarebbero: ac. cloroidrico 3.050, cloruro di potassio 1.125, cloruro di sodio 2.507, cloruro di calcio 0.624, cloruro d' ammonio 0.468, fosfato di calce 1.729, fosfato di magnesia 0.226, fosfato di ferro 0.082.

Riguardo al modo di secrezione del succo gastrico bisogna notare come la pepsina si formi nelle cellule delle glandule peptogastriche, e come poi ne venga estratta, ovvero si mescoli, una volta disfatte le cellule, al liquido acido, che si versa in abbondanza nello stomaco, e che pure esce dalle glandule, ma che però si forma verso il loro sbocco (probabilmente per decomposizione dei cloruri indotta dall' ac. lattico) (2); infatti la mucosa gastrica è acida soltanto alla sua superficie, e non già nello spessore dello strato glandulare. Riguardo poi alla formazione della pepsina nelle glandule dello stomaco, Schiff ammette che una tale produzione viene di molto aumentata per la ingestione di particolari sostanze, che per ciò diconsi *peptogene*, quali sono gli elementi della carne solubili nell' acqua (brodo), la gelatina, la destrina ec:. Queste sostanze dovendo arricchire le glandule peptogastriche per via della circolazione, possono essere pure

(1) Secondo Schmidt il principio attivo del succo gastrico sarebbe un' acido copulato, detto ac. *idroclorapepsico*.

(2) Quest' ac. lattico proverrebbe o dagli alimenti amilacei e zuccherini, ovvero da una sostanza zuccherosa speciale, che si trova col muco nella parte superficiale della mucosa, e che è capace pure di ridurre qualche ossido metallico.

Digitized by Google

iniettate nelle vene. Secondo lo stesso Autore l'attività del succo gastrico aumenta pure negli animali privati di milza.

Questa secrezione aumenta per via di riflesso in seguito a stimoli sia sulla mucosa gastrica, sia sulla mucosa orale; essa si accompagna d'ordinario a grande iperemia dello stomaco, e continua anche tolte le relazioni col sistema nervoso; infatti la sezione dei nervi vaghi al collo spesso non produce alcuna modifica sia nella digestione gastrica, che nella secrezione e composizione del succo gastrico. Del pari l'eccitazione del plesso celiaco non ha alcuna azione sulla secrezione gastrica (Adrian).

La pepsina del succo gastrico viene assorbita nell'intestino assieme al chilo, e poi si può trovare facilmente in altri liquidi e secrezioni, come nel succo muscolare, nell'urina ec.

Perchè infine lo stomaco, avendo pareti costituite da sostanze albuminoidi, non viene digerito dal succo che secrega?—Per tre ragioni: 1.ª uno spesso epitelio di protezione, 2.ª un denso strato di muco alcalino, e 3.ª l'alcalinità dei liquidi interstiziali delle pareti del ventricolo.

4.° *Bile* — La *bile* è il prodotto principale della funzione del fegato, e si raccoglie o direttamente dalla cistifellea (nell'animale morto), ovvero mediante fistole sia della cistifellea che del dotto coledoco. Per avere queste fistole nei cani, nei gatti, nei conigli, nelle cavie ec:, si pratica una incisione longitudinale nella regione dell'ipocondrio destro, e dopo aver rialzato il bordo anteriore del fegato, si va in cerca del dotto coledoco che sbocca nella concavità dell'ansa duodenale; questo dotto si allaccia per impedire che goccia di bile si versasse nello intestino; indi sul fondo cieco della cistifellea si pratica una piccola incisione tanto per introdurvi il disco interno di una cannula di argento, simile a quella per la fistola gastrica, ma più piccola; su questa cannula si stringono con punti di sutura tanto la parete della cistifellea, che le pareti addominali, facendo rimanere libero al di fuori il disco esterno della cannula, munito di un tappo a vite. In tal modo si esegue la fistola della cistifellea o *cistocolica* (Schwann); invece per fare la fistola del dotto coledoco, s'introduce in quest'ultimo una piccola cannula d'argento, como quella per la fistola salivare, dopo avere previamente allacciato il dotto cistico, per impedire alla bile di raccogliersi nella cistifellea; alla cannuletta d'argento infine si unisce un sacchettino di cautchouc, che si rimane pendente fuori l'addome, e nel quale dopo alquanto tempo si trova colletta la bile.

La *bile*, come si versa nello intestino, è un liquido denso e filante, perchè ricco di muco, secregato dalle pareti della cistifellea; al microscopio presenta globuli di muco e cellule epiteliali cilindriche sfaldate dai dotti escretori; ha reazione alcalina o neutra, un sapore dolciastro amaro nauseoso, un'odore sui generis, ed un colore giallo bruno allorchè è appena estratta, colore che diviene verde dopo un certo tempo per l'azione dell'a-

Digitized by Google

ria (in molti erbivori ed ovipari la bile è normalmente verde). Questa bile, il cui peso specifico è di 1.026 a 1.032 nell'uomo, oltre all'acqua, contiene 9 a 17 % di sostanze solide (circa i $^4/_5$ del residuo solido sono rappresentati dalle materie organiche, ed $^1/_5$ appena dalle materie minerali), tra le quali come prodotti specifici si trovano i seguenti principii.

Dapprima due sali di soda ad acido organico, che sono il *glicocolato* ed il *taurocolato di soda* (la bile umana contiene molto taurocolato e poco glicolato di soda); gli acidi di questi due sali risultano rispettivamente di *glicina* e di *taurina* combinate all' ac. *colico* o *coladico*. Questi due sali costituiscono i così detti principii resinosi della bile, i quali presentano la nota reazione del Pettenkofer, cioè che trattati a freddo con zucchero e con ac. solforico dánno una colorazione rosso-ciriegia; essi per l' ac. colico che contengono, ossidandosi fuori o dentro del tubo intestinale, dánno origine a varii prodotti, tra i quali si nota l'ac. coloidinico, la dislisina e varii prodotti solforati, provenienti dalla decomposizione della taurina.

L' *ac. colico* ($C^{48}H^{40}O^{10}$) è insolubile nell' acqua, e solubile nell' alcool e nell' etere, nel quale ultimo cristallizza in lamine romboidali incolore, ovvero in prismi a base quadrata (*f. 49. T. II.*) lucenti, o di sapore dolciastro.

La *glicina* ($C^4H^5AzO^4$) è solubile nell' acqua e non nell' alcool e nell' etere, cristallizza in prismi romboidali obbliqui incolori (*f. 50. T. II.*), ha sapore dolce, e si combina tanto agli acidi che alle basi.

La *taurina* ($C^4H^7AzS^2O^6$) è molto solubile nell'acqua, ed insolubile nell' alcool e nell' etere; cristallizza in prismi romboidali incolori (*f.51.T. II.*), contiene molto solfo, ed in presenza di un' alcali, ovvero di un fermento (muco della cistifellea) si decompone in carbonato d' ammoniaca, in ac. solforoso e in ac. acetico.

L'ac. *glicocolico* ($C^{52}H^{45}AzO^{12}$), risultante dalla combinazione della glicina coll' ac. colico, cristallizza in sottili aghetti, solubili nell'acqua, nell'alcool e negli alcali, ma quasi insolubili nell' etere. Quest' acido riscaldato colla soluzione di potassa o di barite assorbe due equiv. di acqua, e si decompone in glicina ed in ac. colico: $C^{52}H^{45}AzO^{12}+2HO = C^4H^5AzO^4+C^{48}H^{40}O^{10}$. Il glicocolato di soda cristallizza egualmente in aghi solubili nell' acqua.

L' ac. *taurocolico* ($C^{52}H^{45}AzS^2O^{14}$), che è il prodotto della combinazione dell'ac. colico colla taurina, è molto facile a decomporsi, e non cristallizza, invece il taurocolato di soda cristallizza in sottili aghetti; quest' acido si scioglie bene nell' acqua e nell'alcool, ed ha una manifesta reazione acida, tanto da mantenere in dissoluzione la colesterina; bollito cogli alcali, assorbe due equivalenti di acqua e si scompone in taurina ed in ac. colico: $C^{52}H^{45}AzS^2O^{14}+2HO = C^4H^7AzS^2O^6+C^{48}H^{40}O^{10}$; lo stesso ha luogo per la putrefazione della bile nello intestino.

Come prodotti specifici della bile vi si trovano pure la *colesterina* (*f. 53. T. II.*), ed i prodotti di decomposizione di varii corpi albuminoidi e del protagono (*colina*), non che grasso e tracce di saponi alcalini.

Digitized by Google

Finalmente la bile è caratterizzata dai suoi pigmenti, che derivano tutti dalla ematina del sangue. Il pigmento normale della bile dicesi *bilifulvina* (bilirubina, colepirrina) ($C^{32}H^{18}Az^2O^6$), ed è di un colore giallo-rossastro, solubile nel cloroformio e cristallizzabile in lamine romboidali rosse (*f. 52. T. II.*); per scoprire questo pigmento biliare sia nella bile, che in altri liquidi del corpo, si pratica la reazione del Gmelin, modificata dal Brücke, che consiste nell'aggiungere al liquido, contenuto in una provetta, poche gocce di ac. nitrico e qualche goccia di ac. solforico; quest'ultimo perchè pesante trasporta in fondo al recipiente l'ac. nitrico, il quale ossidando diversamente il pigmento biliare nei suoi varii strati, dà luogo ad una serie di colorazioni dal giallo al rosso, e dal verde all'azzurro, onde si dice comunemente la *reazione dell' iride*. La bilirubina stando all'aria si cangia per ossidazione in *biliverdina* ($C^{32}H^{20}Az^2O^{10}$), pigmento che dà il colore verde alla bile, che non ha forme cristalline determinate, e che assorbendo due equiv. di HO si muta in un'altro pigmento amorfo bruno verdastro, la *biliprasina*.

La composizione chimica della bile umana secondo Frerichs, su 1000, è di 859.2 di acqua, e di 140.8 di sostanze solide; queste ultime vanno ripartite in acidi biliari salificati 91.4, grasso 9.3, colesterina 2.6, muco e pigmenti 29.8, ed in sali 7.7. Fra questi ultimi bisogna notare il cloruro di sodio, una piccola quantità di carbonato e fosfato di soda, fosfati di calce e di magnesia, tracce di ferro, e secondo alcuni anche tracce di rame e di manganese.

Riguardo alla secrezione, la bile è prodotta continuamente dalle cellule epatiche per attività loro propria, e non viene soltanto separata dal sangue, giacchè i suoi principii non si trovano nel sangue normalmente, invece penetrano nel sangue, per riassorbimento dal fegato, se s'impedisce l'escrezione della bile, come nel catarro o nella calcolosi dei dotti biliari, accompagnati ad itterizia; del pari non si trovano principii biliari nel sangue anche dopo la estirpazione del fegato nelle rane. Il sangue che fornisce i materiali per la formazione della bile è appunto quello della v. porta, i cui capillari formano una rete fittissima proprio attorno alle cellule di secrezione; è probabile che del sangue della v. porta gli albuminoidi nel fegato si mutino per ossidazione in glicina e taurina, i grassi in ac. colico e colesterina, ed infine l'ematina in bilifulvina.

Il sangue che è servito alla formazione della bile e alla nutrizione del fegato si avvia per le vene epatiche, nelle quali si presenta, rispetto al sangue della v. porta, più povero in acqua, albumina, fibrina (onde difficilmente coagula), grasso, pigmento e sali, ma più ricco in globuli e in glucosio, il quale ultimo è prodotto dallo stesso parenchima epatico.

L'uomo dà nelle 24 ore da 1000 a 1800 gram. di bile, la secrezione della quale si attiva considerevolmente poche ore dopo il pasto, ed il liquido esce dalla glandula per quattro forze principali, che sono: 1.ª la vis a tergo

dell' altra bile che si secrega, 2.ª la capillarità, 3.ª la contrazione delle fibre muscolari dei dotti escretori, e 4.ª la compressione del fegato operata dal diaframma nei movimenti di inspirazione.

La quantità della bile aumenta dopo le larghe bibite acquose, ma in tal caso è poco densa; invece per una dieta carnea e grassa la bile aumenta tanto per quantità, che per ricchezza in principii solidi.

Si conosce poco circa l' influenza del sistema nervoso sulla secrezione biliare

Gli ufficii della bile sono varii:

1.° precipita i peptoni ed i parapeptoni che si trovano in liquidi acidi, precipitato, che verrà poi completamente ridisciolto dal succo pancreatico ed enterico;

2.° emulsiona i grassi e ne permette l' assorbimento (l' emulsione però non è così fina e permanente come quella fatta col succo pancreatico), rendendo anche più permeabile la mucosa intestinale (forse coll' attivare la desquamazione epiteliale, ovvero coll' imbevere d'un liquido alcalino la mucosa intestinale), infatti mancando la bile nell' intestino, la maggior copia dei grassi alimentari si rinviene nelle fecce, e non nel chilo (1);

3.° irrita i villi e li fa contrarre;

4.° nel colon riesce antisettica per gli escrementi; negli uomini affetti da itterizia e negli animali con fistola biliare le fecce sono dure, cineree e fetidissime; gli escrementi normali però non contengono tutta la bile inalterata, invece in essi si trovano l'ac. coloidinico, la dislisina, la taurina e la stercorina, proveniente quest' ultima dalla colesterina;

5° infine assorbita in gran parte insieme al chilo, è un' ottimo combustibile per l' economia (secondo Bidder e Schmidt quasi tutta l' acqua della bile e i $^7/_8$ delle sostanze solide vengono riassorbiti nel sangue); e ciò è tanto vero, che gli animali privati di bile, per le fistole biliari, se non ricevono copiosissimo alimento, dimagrano e muoiono.

5.° — *Succo pancreatico* — Questo succo si estrae mediante la *fistola pancreatica* (fatta la prima volta nel 1664 da Regner de Graaf), la quale si pratica nel seguente modo. Si apre l' addome in alto ed a destra, come per la fistola biliare, si cerca col dito l' ansa duodenale, e nella concavità di questa si deve trovare il dotto wirsungiano, proprio nel punto che perfora il duodeno; quivi s' incide e vi s' innesta una cannuletta metallica (come per la fistola salivare). Si chiude con punti di sutura l' addome, lasciando libera all' esterno la cannuletta, dalla quale dopo poco tempo si vedrà fluire l' umore pancreatico. Con tale operazione si può avere sia la fistola *tempo-*

(1) Bidder e Schimdt constatarono che quando la bile è deviata fuori del corpo, a causa della fistola, il chilo, che normalmente contiene 3,2 % di grasso non ne contiene più che 0,2 %.

Digitized by Google

ranea nel caso che si raccoglie una sola volta il succo nell'animale, che la fistola *permanente* se si cerca di portarlo a guarigione, facendovi rimanere la cannula.

Il succo pancreatico è un liquido limpidissimo, brillante, denso, filante, molto alcalino, coagulabile alla temperatura di circa 70°, e molto facile a putrefarsi. Contiene circa il 10 % di sostanze solide, ed ha per densità 1.008 a 1.010; tra i suoi costituenti specifici si nota: 1.° un corpo albuminoide non bene determinato, che si deposita alla temperatura di 0.° e che coagula col riscaldamento, coll'alcool, coi sali metallici ec.; 2.° un fermento detto *pancreatina*, capace di mutare l'amido in zucchero, di sdoppiare i grassi in acidi grassi e glicerina, e di ridurre gli albuminoidi in peptoni alcalini solubili; e 3.° delle sostanze azotate cristallizzabili (leucina, tirosina ec:), provenienti dalla ossidazione degli albuminoidi dello stesso succo (sostanze che insieme alla xantina, alla guanina, alla ipoxantina ed all'ac. lattico si trovano in maggiore copia nella massa glandulare).

Secondo le ricerche di Kühne, Hoppe Seyler, e massime di Danilewsky, la *pancreatina*, o principio attivo del succo pancreatico, non è un corpo unico, invece risulta dalla unione di tre fermenti particolari, di cui il *primo*, precipitabile dalla magnesia, opera sui corpi grassi; il *secondo*, che si separa meccanicamente col collodio, è il fermento dei corpi albuminoidi; ed il *terzo*, precipitabile mediante l'alcool, come la ptialina, opera sugli amilacei.

Secondo Wundt il succo estratto mediante la fistola permanente del dotto pancreatico fuori digestione, avrebbe circa 1.5 a 5 % di sostanze solide, e conterrebbe soltanto due fermenti, quello cioè che opera sull'amido e quello che opera sui grassi; il fermento pancreatico invece che opera sugli albuminoidi sembrerebbe prodursi soltanto durante la digestione (1).

Secondo Schmidt il succo pancreatico ottenuto nel cane colla fistola temporanea contiene su 1000: acqua 980.45, materie solide 11.55, tra le quali gli albuminoidi ed i fermenti 12.71, ed i sali 6.84; il succo invece ottenuto colla fistola permanente contiene: acqua 900.76, materie solide 99.24, e tra queste gli albuminoidi ed i fermenti 90.44 ed i sali 8.80. Questi sali sono: sali di soda, di calce, di magnesia, il cloruro di sodio e di potassio, il fosfato di calce e di magnesia ed il fosfato tribasico di soda.

La secrezione del pancreas sembra essere pressochè continua, come quella della saliva, e non diviene abbondante che nel momento in cui il prodotto della digestione gastrica giunge nello intestino. Questa secrezione adunque avviene evidentemente per azione nervosa riflessa, quantunque

(1) Secondo Schiff il succo pancreatico degli animali che hanno subito l'estirpazione della milza diviene quasi inattivo sulle materie albuminoidi, ed invece aumenta considerevolmente l'attività del succo gastrico.

Digitized by Google

non si conoscano perfettamente le vie nervose di questo fenomeno; si è constatato per altro che la sezione dei nervi vaghi arresta la secrezione del pancreas (Küss).

Riguardo alla quantità di umore ceduto dalla glandula nelle 24 ore, per l'uomo si crede essere di 211 a 347 gram.; Bidder e Schmidt ne raccolsero nel cane 48 gram. in 24 ore, e Colin nella vacca 273 gram. in un'ora. In un cane con fistola pancreatica permanente Weinmann ottenne in un'ora, dopo copiosa alimentazione, 97gr.8 di succo pancreatico, invece dopo un astinenza di 45 ore, egli non ne ottenne nello stesso tempo che 0gr.,48.

Il succo pancreatico, per i suoi principii specifici, viene fornito dalle cellule secretrici delle ultime diramazioni o digitazioni del pancreas, le quali probabilmente lo cedono per disfacimento; infatti nel secreto di questa glandula spesso al microscopio si veggono avvanzi di cellule, e di più l'infuso della sostanza glandulare ha le stesse virtù digestive, che il succo ceduto naturalmente dalla glandula.

Gli ufficii principali del succo pancreatico sono: 1.° al pari della saliva (anzi con più energia) muta l'amido cotto, alla temperatura del corpo, prima in destrina e poi in glucosio; 2.° emulsiona i grassi, e l'emulsione, a differenza della bile, è finissima e permanente, cioè non scomparisce col riposo; una gran parte però di questi grassi rimane decomposta in acidi grassi ed in glicerina, e saponificata; 3.° infine scioglie gli albuminoidi solidi, riducendoli in peptoni, ed è a notarsi che ciò ha luogo in liquidi di reazione alcalina e non acida, come il succo gastrico (1). Se il succo pancreatico (massime quello estratto per infusione della glandula) rimane un certo tempo in contatto degli albuminoidi disciolti, si scompone facilmente, dando origine a varii prodotti azotati cristallizzabili; come pure se resta a lungo in contatto dei grassi emulsionati e sdoppiati, questi si ossidano e si ha sviluppo di acidi grassi volatili, massime di ac. butirico.

Riguardo alla digestione degli albuminoidi, è a notarsi come il succo pancreatico non solo scioglie gli albuminoidi alimentari, ancora solidi e non digeriti nello stomaco, ma ancora i peptoni gastrici solidificati dai liquidi alcalini intestinali e dalla bile, ed anche riduce in peptoni quegli albuminoidi mutati dal succo gastrico soltanto in parapeptoni (Meissner).

Le *Glandule del Brunner* del duodono possono considerarsi come un piccolo pancreas sparpagliato nella parete duodenale, ed il loro umore può ritenersi, nei suoi ufficii, come identico al succo pancreatico (Albini, Hermann).

(1) I peptoni pancreatici si mantengono disciolti in liquidi alcalini, i gastrici invece in liquidi acidi; i primi dánno un precipitato permanente coll'acetato di piombo, ed i secondi un precipitato che si scioglie in un'eccesso di reattivo; i primi non dánno precipitato coll'ac. acetico e col bicromato di potassa in eccesso, ed i secondi invece precipitano (Hardy).

6.°— *Succo enterico* — È il prodotto delle glandule dette del Lieberkühn o del Galeati, e si estrae colla fistola intestinale secondo Thiry, che si pratica separando un' ansa intestinale dal resto dell' intestino tenue (ma non dal mesenterio), e chiudendola ad un capo, mentre l' altro capo si fissa aperto nella ferita praticata sull' addome (*Tav. VII*).

Il succo enterico è un liquido gialliccio, cinereo, denso, filante, mucoso, torbido, alcalino ed albuminoso; contiene circa il 2.5 per 100 di sostanze solide, ed ha per densità 1.012. La sua composizione chimica secondo Thiry, su 100, è la seguente: acqua 975.85, albumina 8.02, sostanze organiche 7,34, e sali 8.79.

Gli ufficii chimici o digestivi di questo succo, estratto appena fatta la la fistola (oltre i meccanici come muco intestinale), sono: 1° di sciogliere in piccole proporzioni gli albuminoidi solidi (albumina, fibrina, caseina), 2° di saccarificare prontamente discrete quantità di amido cotto (Schiff, Leube), e 3° di emulsionare e sdoppiare in tenue proporzione i corpi grassi. Secondo Thiry però il succo enterico non ha alcuna azione sull' amido, non decompone le materie grasse, e solo discioglie l' albumina coagulata, la carne cruda e la fibrina del sangue, e ciò per l'azione di un fermento speciale in esso contenuto (Hardy).

Gli animali operati da qualche tempo colla fistola del Thiry dànno un succo enterico che è *meno succo enterico*, non presentando più alcuna proprietà digestiva sull' amido, sugli albuminoidi e sui grassi, ciò che dipende naturalmente dall' atrofia in cui cade l' ansa intestinale, sottratta alla sua funzione abituale. Infatti Albini esaminando il succo enterico di un cane, operato di fistola intestinale da circa 10 mesi, lo trovò del tutto indifferente sulle citate materie alimentari; e all' esame anatomico dell'ansa isolata, la trovò non solo in istato di atrofia considerevole e con un lume immensamente ristretto, ma quanto la tunica muscolare era di molto assottigliata, e le glandule degenerate ed ammiserite, quindi il prodotto non poteva affatto essere normale ed attivo (1).

§ 3° — *Meccanica della digestione.*

Tutti gli atti meccanici della digestione si possono ridurre ai seguenti, cioè: *preensione*, *masticazione*, *deglutizione*, *peristalsi intestinale* e *defecazione*.

La *preensione* degli alimenti per l'uomo è varia secondo il genere degli stessi; gli alimenti solidi d'ordinario s'ingoiano, riducendosi prima in pezzi sia colle mani che coi denti, invece le bevande possono beversi, come l'acqua,

(1) V. Albini — Ricerche sulla fistola intestinale secondo Thiry — *Atti della R. Acc. delle Scienze di Napoli*. Febbraio 1872.

il vino ec., possono succhiarsi, come il latte dalla mammella, e possono infine sorbirsi, come i rosolii ed altri liquidi irritanti o molto caldi.

La *masticazione* ha un'apparecchio speciale nella bocca, costituito da parti *passive* ed *attive*; le prime sono rappresentate dai due archi mascellari, ciascuno munito di 16 denti, i quali, vanno distinti in 4 incisivi, che operano tagliuzzando o spezzando, in 2 canini, che operano dilacerando, ed in 10 molari, che operano macinando. La mascella inferiore è unita al cranio mediante l'articolazione libera temporo-mascellare, per la quale questa mascella può eseguire contro la superiore tre sorta di movimenti, cioè di sotto in sopra, da dietro in avanti, e da un lato all'altro. Il primo movimento è necessario per l'azione dei denti incisivi, il secondo serve per ottenere l'effetto dai denti canini, ed il terzo movimento, combinato in gran parte al secondo (movimento rotatorio), è necessario perchè i molari possano compiere il loro ufficio. Nel movimento di sotto in sopra la mascella inferiore si trova nella disposizione di una leva di terzo genere, cioè il punto fisso indietro nell'articolazione, la resistenza innanzi fra le arcate dentarie, e la potenza nel mezzo, cioè l'attacco dei muscoli elevatori.

Le parti *attive* dell'apparecchio di masticazione sono i muscoli, i quali vanno distinti in essenziali ed accessorii; i primi sono i temporali, i masseteri, i pterigoidei, ed i digastrici; invece i secondi sono in complesso i muscoli delle labbra, delle guance, della lingua, e dell'osso ioide. I temporali ed i masseteri servono per il movimento della mascella di sotto in sopra, che è il principale, i digastrici pei loro ventri anteriori servono ad abbassare attivamente la mascella inferiore, e per i loro ventri posteriori portando in dietro ed in basso il cranio riescono ad elevare la mascella superiore; infine i quattro pterigoidei, cioè gl'interni e gli esterni, operando egualmente in entrambi i lati, servono per il movimento della mascella inferiore da dietro in avanti e viceversa, ed operando da un solo lato alternativamente riescono a dare alla mascella il movimento di lateralità, facendo volgere il mento verso il lato opposto della contrazione (movimento limitato nell'uomo ed esteso negli erbivori). Quando la mascella inferiore si abbassa attivamente per i ventri anteriori dei digastrici, per ciascun lato il suo condilo si sposta dalla cavità glenoidea e si porta avanti, fissandosi e movendosi sotto del tubercolo del ponte zigomatico; questo movimento è facilitato, ma nello stesso tempo è limitato da un menisco interarticolare biconcavo, esistente fra il condilo ed il tubercolo zigomatico. L'escursione del condilo allo innanzi nell'abbassamento della mandibola si può sentire col dito poggiato allo innanzi del padiglione dell'orecchio.

Durante la masticazione tutti questi movimenti principali vengono coadiuvati dai movimenti delle labbra, delle guance e della lingua, pei quali l'alimento viene di continuo ricondotto sotto alle arcate dentarie

e mescolato alla saliva, che fluisce in gran copia sopratutto per la compressione della parotide.

La masticazione è un atto volontario, ed il nervo che ne anima i muscoli *essenziali* è rappresentato dalla piccola radice motrice, appartenente alla terza branca del trigemino; il centro poi coordinatore di quest'atto si troverebbe nel midollo allungato, e proprio nelle olive (Schröder van der Kolk).

La *deglutizione* serve a condurre il bolo alimentare dalla cavità della bocca in quella della faringe, e da questa nello stomaco. I muscoli impegnati in questa funzione sono quelli della bocca, della lingua, dell'osso ioide, del velo pendulo, della faringe e dell'esofago. I movimenti successivi poi di questo atto importantissimo sono i seguenti.

Dopo la masticazione ed insalivazione la massa alimentare si trova colletta a mo' di bolo sulla lingua, ed è pronta ad essere deglutita. La deglutizione incomincia colla chiusura delle labbra, colla depressione delle guance (movimento volontario diretto); segue la fissazione della punta ed il successivo innalzamento di tutto il corpo della lingua sotto del palato duro (movimento volontario indiretto), per cui il bolo è espulso dal cavo orale ed è spinto nell'istmo delle fauci; lo stimolo sulla mucosa dell'istmo delle fauci desta una contrazione violenta nei suoi costrittori, cioè nei quattro pilastri, ed il bolo, non potendo ritornare nella bocca perchè la base della lingua è elevata, cade, anzi viene preso dalla faringe, la quale pei suoi muscoli elevatori già si trova tirata contro l'istmo delle fauci; un'altro movimento rapido riflesso si desta nei muscoli costrittori di quest'ultima, ed il bolo alimentare prontamente è spinto nel principio dell'esofago, donde per un sollecito movimento peristaltico automatico viene a cadere nello stomaco.

Molti fisiologi, per facilitare, distinguono la deglutizione in tre tempi nel 1° il bolo percorre la bocca fino all'istmo delle fauci, nel 2° attraversa la faringe e giunge fino al principio dell'esofago, e nel 3° infine percorre l'esofago ed arriva fin nello stomaco.

La deglutizione adunque è un'atto molto complicato, e richiede l'integrità di molti gruppi muscolari per compiersi normalmente. Si domanda ora: una volta che il bolo alimentare ha oltrepassato l'istmo delle fauci, perchè va diritto nell'esofago, e non prende invece la via delle coane, delle trombe eustachiane e della glottide? — Non va nelle coane e nelle trombe, perchè queste quattro aperture vengono protette dal palato molle, che si tende e leggermente si eleva per opera dei suoi muscoli peristafilini, e che si pone quasi orizzontale nella deglutizione (Bichat ed altri (1)); sol-

(1) Secondo Albinus, Sandifort, Gerdy, Dzondi e Küss l'occlusione dell'*istmo naso-faringeo* avverrebbe invece per la contrazione dei due pilastri posteriori, i quali ravvicinandosi nella linea mediana formerebbero coll'ugola nel mezzo, un setto divisorio obbliquo d'avanti in dietro tra la faringe digerente e la faringe respiratoria.

Digitized by Google

tanto se durante quest' atto l' individuo esegue qualche movimento espiratorio (tossire, ridere, starnutare ec.), allora è facile vedere uscire dal naso, insieme all' aria, qualche poco di materiale solido o liquido alimentare. Il bolo poi non cade nella glottide per varie ragioni, cioè: 1ª la laringe nella deglutizione viene tirata in alto ed è quasi nascosta sotto la base della lingua, la quale come si è detto si porta molto indietro; 2ª si contraggono i muscoli costrittori della glottide (ari-aritenoidei e crico-aritenoidei laterali) e la chiudono, e la chiusura si può sentire nel bue col dito immesso nella laringe per un' apertura fatta sul primo anello tracheale; 3ª nella contrazione della faringe, la sua mucosa si pieghetta in vario senso, e sopratutto si formano due pliche longitudinali nella stessa mucosa, alla parete anteriore, che coi loro lembi nascondono in gran parte la sottostante glottide, e guidano, come una doccia, il bolo nell' esofago (Albini); fatto che si osserva nei cani, quante volte aperta lateralmente al collo la faringe si provocano nell' animale dei movimenti di deglutizione, solleticando l' ugola con una penna, e 4ª infine nella deglutizione si abbassa meccanicamente sulla glottide la epiglottide, la quale per altro può venire asportata, e la deglutizione seguita ad eseguirsi senza inconvenienti.

Quest'atto di deglutizione così complicato vale naturalmente per gli alimenti solidi, i liquidi invece esigono, anche in gran copia, uno sforzo minore per scendere nella faringe; durante il tempo che un' individuo compie una bevuta, di tanto in tanto esegue un movimento di deglutizione, e poi anche finito di bere seguita a deglutire qualche altra volta; i primi movimenti di deglutizione si debbono al fatto che il liquido, quando si è raccolto in certa copia nel cavo orale, vince la resistenza del velo pendulo e provoca un movimento di deglutizione; l' ultima deglutizione poi che si ha dopo finito di bere è provocata da un' altro poco di liquido, che dalla base della lingua e dall' istmo delle fauci si riunisce nelle due docce laterali all' epiglottide (*seni piriformi*). Spesso però quando la epiglottide manca, le ultime gocce di liquido possono penetrare nella glottide, ed allora con una tosse violenta vengono prontamente espulse.

La deglutizione, come uno degli atti più importanti per la vita è affidata a molti nervi di senso e di moto, come il trigemino, il facciale, l'ipoglosso, il glosso-faringeo, il pneumagastrico, l' accessorio ed il simpatico; il centro che regola questo meccanismo trovasi del pari nel midollo allungato (olive).

I movimenti della deglutizione sono nella maggior parte sottratti all' impero della volontà, e solo l' incominciamento del fenomeno è volontario; non appena il bolo alimentare ha oltrepassato il pilastro anteriore del velo del palato, ed è uscito dal cavo orale, la volontà non può più arrestare il fenomeno, e la deglutizione diviene involontaria (Wundt).

La *peristalsi intestinale* si ha dallo esofago insino all' ano, e richiede come condizione indispensabile la esistenza di due strati di fibre musco-

lari lisce, uno circolare interno più spesso, ed un' altro longitudinale esterno più sottile; mentre un tratto d' intestino si restringe per la contrazione delle fibre circolari, il successivo si ritira sul primo e si accorcia per la contrazione delle fibre longitudinali, e poi dopo che quest' ultimo ha ricevuto il bolo, si restringe anch' esso, mentre il successivo si accorcia, e così di seguito; quindi mentre un tratto d' intestino si restringe e scaccia il bolo alimentare, il tratto successivo si ritira sul primo e lo accoglie, ciò che si osserva facilmente sventrando un piccolo animale vivo (coniglio, cavia). Nello stomaco poi, come diverticolo del tubo digerente, oltre al movimento peristaltico predominante dal cardia al piloro, vi è pure la contrazione delle fibre obblique che ritirano il gran cul di sacco verso la piccola curvatura. Nell' esofago e nel retto predominando le fibre longitudinali esterne, l' accorciamento rapido ed energico prevale sul restringimento che è assai debole. Questo movimento *peristaltico* lento, regolare ed ordinato dirige il bolo dalla bocca all'ano; se esso però avviene in senso inverso, dicesi *antiperistaltico*, ed è capace di dirigere il bolo dalle porzioni inferiori dell' intestino verso le porzioni superiori; quest'ultimo si osserva in molte malattie, e può produrre nell' intestino il *volvulo*, e nello stomaco il *vomito*, al quale ultimo pigliano parte non solo le contrazioni delle pareti gastriche, ma molto più le contrazioni delle pareti muscolari dello addome.

L' intestino riceve in generale nervi dal gran simpatico; il suo movimento è automatico, val dire vi ha uno stimolo sulla mucosa, che non è avvertito (in condizionali normali) dalla coscienza, ma che giunto nel midollo spinale, od anche nei ganglii, si riflette per i nervi di moto, e dà luogo alla contrazione. Le condizioni che accelerano questo movimento sono: la irritazione del vago e del gran simpatico (plesso celiaco e meseraico), la irritazione del midollo spinale e di certe parti dell' encefalo, non che gli stati anemici (Schiff) ed iperemici (Nasse) della parete intestinale, cui si potrebbe aggiungere anche l'azione della nicotina, o del fumo del tabacco, che determina una contrazione energica nell' intestino; come condizione poi moderatrice, od anche arrestatrice della peristalsi si annovera la irritazione del nervo splancnico (Pflüger), fatto che è ben difficile assicurarsene colla esperienza esatta, potendo la stessa irritazione in taluni casi produrre invece l' effetto opposto (Ludwig, Kupffer, Lister).

Il materiale contenuto nell' intestino tenue passa nel colon attraversando la valvola ileo-cecale, la quale permette il passaggio solo in questo senso, ed invece non permette il passaggio di materie solide, liquide e gassose dal colon nell' ileo (*Tav. VII*).

La *defecazione* è l' ultimo atto meccanico della digestione; e consiste nella espulsione delle fecce dall' intestino retto. Le potenze necessarie per questo atto sono: i muscoli lisci della borsa fecale, i muscoli elevatori dell' ano (diaframma pelvico), i muscoli delle pareti addominali; sopratutto il diaframma toracico, ed infine la posizione dell' individuo. La con-

trazione volontaria degli elevatori dell'ano e dei muscoli addominali riesce a vincere la resistenza dello sfintere interno, giacchè l'esterno volontariamente viene rilasciato, e così il materiale vien fuori. Lo sfintere anale per la sua propria elasticità, essendo *retratto*, riesce a tener chiuso l'ano, comprendendo nel mezzo le pliche della mucosa, che rappresentano un turacciolo; ciò ha luogo quando il retto è vuoto, invece quando gli escrementi si accumulano nella borsa fecale, lo stimolo sulla mucosa, non che la pressione sullo sfintere, inducono quest'ultimo per azione di riflesso nel midollo spinale (centro ano-spinale) ad una vera contrazione, giacchè in tal caso colla semplice elasticità non potrebbe trattenere le fecce.

§ 4° — *Riassunto generale della digestione.*

Le sostanze che s'introducono per la bocca nell'alimentazione si dividono in *digeribili* ed *indigeribili*, le prime sono l'amido cotto, la cellulosa giovane, gli zuccheri, gli albuminoidi, i gelatinosi ed i grassi; le seconde sono la cellulosa dura o legnosa, l'amido crudo, i tessuti cornei, i pigmenti ec.; riescono pure indigeribili tutti gli eccessi quantitativi di alimento, non che molte sostanze minerali insolubili nell'acqua o negli acidi. Di tutte queste sostanze soltanto le digeribili sono destinate a reintegrare le perdite del sangue, e tutto il resto, assieme al residuo dei succhi della digestione, al muco, ed agli epitelii deve costituire gli escrementi.

La massa inerte alimentare, cioè le materie indigeribili che s'introducono, sono indispensabili nell'alimentazione, giacchè, mancando, la digestione gastrica è poco attiva, la peristalsi intestinale poco energica, la funzione del colon resta quasi abolita, e come conseguenza più notevole l'individuo vien preso da una penosissima stitichezza, e da un catarro intestinale che ne è l'effetto.

Coll'alimentazione s'introduce pure una certa copia di acqua e di aria; la prima viene in gran parte assorbita, dopo d'aver servito ad aiutare la dissoluzione degli alimenti; la seconda invece serve alla respirazione del sangue della mucosa gastrica ed intestinale, ai processi ossidativi e fermentativi del tubo digerente e ad operare da stimolo sulla mucosa, oltre poi al permettere il facile rimescolamento della massa alimentare con i liquidi digerenti.

Digestione orale — L'alimento si trattiene poch'istanti nella bocca per essere *masticato* ed *insalivato*. La saliva mista: 1.° scioglie tutte le sostanze solubili nell'acqua (zuccheri, sali), 2.° saccarifica l'amido cotto, e 3.° rammollisce ed invernicia, assieme al muco, il bolo alimentare. Questo bolo alimentare per l'atto della deglutizione, che viene di molto facilitato dal muco delle tonsille, della faringe e dell'esofago, scende rapidamente nello stomaco.

Digestione gastrica — L'alimento a bolo a bolo si raccoglie nello stomaco, e così lo riempie e lo distende, facendogli in pari tempo mutare di posizione, cioè facendolo volgere leggermente colla gran curvatura allo innanzi, ov'è la minore resistenza. Raccoltosi l'alimento nello stomaco, quest' ultimo vi si adatta esattamente al di sopra ed incomincia ad eseguire delle contrazioni peristaltiche dal cardia al piloro, per cui l'alimento viene spinto verso quest' ultima apertura, la quale essendo fortemente contratta e chiusa, l'alimento torna indietro portandosi di nuovo verso il cardia. Questa particolare circolazione che subiscono gli alimenti nell'interno della cavità gastrica è determinata da una parte dai movimenti peristaltici, e dall'altra parte dalla contrazione dell'apertura pilorica, che si trasmette a tutta la metà destra dello stomaco, sotto forma di movimenti antiperistaltici (Wundt). La mucosa si spoglia del muco, diviene iperemica, ed incomincia a cedere in gran copia del succo gastrico.

Nella digestione gastrica si compiono quattro fatti principali, cioè: 1.° rimescolamento energico fra l'alimento, le bevande, l'aria ed il succo gastrico; 2.° saccarificazione dell'amido cotto per la molta saliva ingoiata (continuazione di ciò che si è iniziato nella bocca); 3.° dissoluzione degli albuminoidi e gelatinosi e formazione dei corrispondenti *peptoni;* 4.° infine formazione di una poltiglia grossolana a reazione acida, qual'è il *chimo*. Verso la fine della digestione gastrica si trova spesso raccolta nel ventricolo gran copia di gas, del quale il ventricolo si libera in gran parte mediante le eruttazioni o i *rutti*, cioè piccoli rigurgiti di gas per l'esofago misti alle varie sostanze volatili che possono trovarsi nello stomaco stesso; rutti, i quali nel caso di fermentazione gastrica molto avvanzata possono essere acidi, e quindi molto spiacevoli.

Dopo circa tre ore (nello stato normale) di digestione gastrica, le contrazioni peristaltiche dello stomaco vincono la resistenza del piloro, ed il *chimo* si fa strada a poco a poco nel duodeno. Il tempo pel quale si trattengono gli alimenti nel ventricolo varia secondo la qualità e la quantità degli stessi, ed in generale si può ritenere che lo stomaco, dopo un pasto copioso, sia completamente vuoto al termine di 4 a 5 ore (Wundt) (1).

Digestione intestinale — Comprende i seguenti atti: 1.° tutt' i succhi alcalini, che si versano nello intestino, neutralizzano l'acidità del chimo, ed inducono la precipitazione di gran parte dei peptoni gastrici; 2.° la saccarificazione dell'amido residuo, operata in massima parte dal succo pancreatico, ed in minima parte dal succo enterico; 3.° la dissoluzione degli albuminoidi solidi e dei peptoni solidificati, ciò che ha luogo per l'azione

(1) Nell'opera di Blondlot sulla *Digestione* trovansi indicati dei quadri molto estesi fatti da Beaumont, i quali riguardano il tempo che ciascuna sostanza alimentare richiede per essere digerita nello stomaco. Le osservazioni vennero fatte dallo stesso Beaumont sul cacciatore canadese affetto da fistola gastrica.

tanto del succo pancreatico che enterico; 4.° l'emulsionamento e la saponificazione dei corpi grassi, che si opera sopratutto dal succo pancreatico; 5.° la fermentazione (limitata od estesa) di alcune sostanze zuccherose e grasse con sviluppo di acidi liberi (lattico, acetico, butirico) e di gas, dei quali ultimi peraltro alcuni possono originarsi pure da decomposizione di materie minerali, e sono l'ac. carbonico, l'azoto, l'idrogeno solforato, il protocarburo d'idrogeno, e talvolta anche dell'idrogeno libero, proveniente dalla fermentazione butirica; l'ossigeno si trova soltanto nello stomaco al principio della digestione.

Nell'intestino tenue tutta la massa alimentare disciolta e ridotta pressochè in una emulsione, dicesi *chilo intestinale*, ed è un liquido denso, bianco-gialliccio ed alcalino; di questo materiale una parte esce dall'intestino mercè l'assorbimento intestinale, ed un'altra parte, cioè le sostanze indigeribili ed indigeste, non che il residuo dei succhi digestivi, raggiunge l'ultima parte dell'ileo e passa direttamente nel colon, attraversando la valvola ileo-cecale.

Le parti degli alimenti refrattaree alla digestione sono: la clorofilla, le bucce dei frutti e dei semi, massime dei legumi, i tendini, le aponevrosi, la cellulosa vecchia e la legnosa, l'amido crudo, una parte dei grassi, i tessuti cornei, il tessuto elastico, ed alcune sostanze minerali insolubili; a tutte queste materie bisogna aggiungere, per costituire le fecce, una parte della bile, il muco e gli epitelii intestinali, non che tutt'i derivati delle fermentazioni del tubo digerente.

Funzione del colon — Comincia circa dopo nove ore dalla ingestione dell'alimento, e consiste nella formazione e nella concentrazione degli escrementi (*copropoiesi*). Le sostanze escrementizie, varie di composizione a seconda l'alimentazione, quando passano per la valvola ileo-cecale sono molli, giallastre, e di reazione alcalina, poscia procedendo lentamente nel colon divengono dure per riassorbimento di gran parte della loro acqua, si fanno più brune ed acquistano d'ordinario la reazione acida per le varie fermentazioni che vi hanno luogo. Esse allorchè sono raccolte nell'S iliaca o nella borsa fecale, e sono prossime ad uscire, constano di avanzi vegetali ed animali indigeribili per sè stessi, ovvero indigesti, di varie sostanze derivate da decomposizioni, di molti sali insolubili, di gas, di muco ed epitelii intestinali, di succhi digerenti residui, tra i quali la bile che opera come antisettica, ed infine di una sostanza particolare cristallizzabile, di un'odore spiacevole caratteristico, contenente solfo e priva di azoto, qual'è l'*escretina* ($C^{78}H^{78}SO^{2}$), e più di un lipoide non saponificabile, cioè la *stercorina* o *serolina*, proveniente dalla colesterina.

Secondo Berzelius le fecce dell'uomo contengono su 100: acqua 753, sostanze solide 247. Tra queste ultime poi: la bile 9, il muco 100, l'albumina 9, le sostanze estrattive 57, il residuo alimentare insolubile 60, ed i sali 12 (fosfato di calce e di magnesia, solfati, cloruri, silice).

Digitized by Google

L'uomo dà al giorno circa 250 gram. di materiale fecale, o meglio da ¼ a ⅓ di kilogrammo (questa quantità è maggiore nell'alimentazione vegetale che nell'alimentazione animale); ora la quantità della sostanza alimentare introdotta è circa 1500 gram., cioè 1 ½ kilogram., e quella dei liquidi digerenti versati nell'intestino nelle 24 ore è circa 7 kilogram.; quindi circa 8 kilogram. e più di materiale (alimento e liquidi di digestione) debbono attraversare l'intestino e raggiungere il sistema circolatorio ogni 24 ore.

CAPITOLO III°

ASSORBIMENTO INTESTINALE

È quella funzione vegetativa per la quale l'alimento, digerito e reso assimilabile, viene versato nel torrente della circolazione sanguigna.

§ 1.° — *Struttura dell'apparecchio chilifero.*

Il *chilo*, cioè il prodotto della digestione orale, gastrica ed intestinale, trovasi colletto nell'intestino tenue, e per raggiungere i vasi chiliferi deve attraversare appunto le pareti di quest'ultimo. Tutto l'intestino tenue presenta alla sua faccia interna i *villi*, i quali sono stivati e lasciano fra loro soltanto un po' di spazio per lo sbocco delle glandule del Lieberkühn; essendo i villi gli organi principali di assorbimento, per rendersi ancora più numerosi, tutta la superficie della mucosa invece di essere piana è tutta flessuosa (*valvole conniventi*), e così in piccolo spazio la mucosa del tenue aumenta considerevolmente di superficie; quindi la superficie d'assorbimento intestinale è estesissima. Tutta questa superficie, come si è detto, è ricoperta da villi, i quali hanno l'ufficio di riempiersi prima di chilo e poi di versarlo nei vasi chiliferi; essi hanno ciascuno un'ampolla centrale (p. 63), la quale comunica con una origine di vase chilifero. Tutti i vasellini chiliferi appena originati presentano pareti proprie, ed a poco a poco si riuniscono in vasi chiliferi più grandi, i quali formano una fitta rete nelle pareti dell'intestino, e poi riunendosi in tronchi più grandi, se ne esternano e costituiscono la rete chilifera mesenteriale, la quale tutta, dopo avere attraversato le glandule mesenteriali, si riunisce nel così detto *tronco chilifero*. Il tronco chilifero assieme a due grossi vasi linfatici, provenienti dagli arti inferiori e dal bacino, si apre lo sbocco nella *cisterna del Pequet*, da cui poi sorge il dotto toracico, che decorrendo sulla colonna vertebrale, si apre nella vena succlavia sinistra, e proprio nel suo incontro colla giugulare (*T. VIII*).

Digitized by Google

Tutti questi vasi chiliferi presentano nella loro costituzione anatomica, come i vasi linfatici, un epitelio semplice pavimentoso, una membrana elastica-muscolare ed un'avventizia; nel lume di questi vasi si riscontra di tanto in tanto un paio di valvole a saccoccia, le quali impediscono il riflusso del chilo verso l'intestino, e sulle quali facendo pressione il chilo, ne viene la dilatazione del vase in corrispondenza delle valvole, quindi i vasi *chiliferi* o *lattei* quando sono pieni di chilo, si presentano elegantemente varicosi. Per vedere la rete chilifera mesenteriale piena di chilo, bisogna dare a mangiare ad un cagnolino abbondante zuppa di latte, e poi sventrarlo dopo 4 o 5 ore; se si è fortunati di colpire proprio il maximum di attività dell'assorbimento, si vedrà il mesenterio cosperso di una bellissima rete di coroncine bianche, che sono i vasi chiliferi pieni di chilo.

Le glandule mesenteriali o chilifere presentano la stessa struttura delle glandule linfatiche; esse si pongono in relazione con i vasi chiliferi, di cui il contenuto attraversando il parenchima glandulare si arricchisce di tutti gli elementi, sopratutto cellulari, in esso prodotti.

§ 2° — *Chilo intestinale e mesenteriale.*

Il *chilo intestinale* è quella poltiglia giallastra, che si trova nell'intestino tenue e che è il risultato della digestione orale, gastrica ed intestinale; esso perciò risulta di sostanze alimentari disciolte, ovvero ridotte allo stato di massima attenuazione, cioè in minutissimi granellini (ad es. i pigmenti), risulta pure di sostanze rimaste indigeste, ed infine di succhi della digestione (saliva, succo gastrico, succo pancreatico, succo intestinale, bile). Soltanto la parte veramente disciolta e la parte emulsionata, ed in tenui proporzioni anche i granuli minutissimi del chilo intestinale, viene assorbita sopratutto dai villi, ed incaminatasi per i chiliferi, costituisce in questi il *chilo mesenteriale*, il quale naturalmente deve variare di composizione a seconda l'alimentazione. Quest'ultimo, proprio come si estrae dai vasi chiliferi, è opalino, lattescente, ha reazione neutra o leggermente alcalina, il suo peso specifico è 1,012 a 1,022; presenta al microscopio globuli adiposi emulsionati, granuli adiposi liberi, minuti granuli pigmentali, ed infine leucociti in diverso stadio di sviluppo, raccolti sia dal tessuto adenoide della mucosa intestinale, sia dalle glandule mesenteriali, e dei quali leucociti alcuni presentono già la metamorfosi più o meno completa in globuli rossi; il chilo che si trova nelle origini dei chiliferi, cioè nei villi, non contiene ancora leucociti (Wundt). Il chilo estratto dai chiliferi ed abbandonato a sè stesso, presenta, come il sangue, dopo circa dieci minuti il fenomeno della coagulazione, addiviene cioè una massa solida, bianca, gelatinosa (che a poco a poco all'aria si colora in giallo-rossastro), la quale ben presto si riduce in un crassamento centrale ed in un siero torbido che

Digitized by Google

si raccoglie allo intorno, il primo consta di fibrina rappresa e di leucociti (entrambi forniti a preferenza dal connettivo adenoide), ed il secondo di albuminoidi e di gelatinosi sciolti (peptoni), di sostanze zuccherose (glucosio), di grassi saponificati ed emulsionati, di sali solubili, (massime cloruro di sodio), di sostanze azotate cristallizzabili e di acqua. Secondo Oueu Rees il chilo di un giustiziato avrebbe presentato su 100 la seguente composizione: acqua 90.48, albumina e fibrina 7.08, sostanze solubili nell' acqua 0.56, sostanze solubili nell' alcool 0.52, grasso 0.92, e sali 0.44. Secondo Schmidt poi la composizione centesimale del chilo estratto dal dotto toracico del cavallo sarebbe: acqua 95.8, albuminoidi 3.05, zucchero, urea, materie estrattive ec: 0.40, e sostanze minerali 0.75.

§ 3.° — *Circolazione del chilo.*

Il chilo intestinale, tranne la parte destinata a costituire le fecce, *deve attraversare le pareti dell' intestino* e raggiungere il torrente della circolazione sanguigna. Se il chilo risultasse soltanto di acqua e di sostanze *veramente disciolte* (zucchero, sali solubili, peptoni ec:) sarebbe ben facile intendere il suo passaggio diretto nei vasi sanguigni delle stesse pareti intestinali, bastando la sola forza di *osmosi* per compierlo; ma nel chilo si trovano costantemente ed accidentalmente delle sostanze non disciolte ma *sospese* nella sua acqua, come granuli di grasso, globuli di emulsione, pigmenti granulari, pulviscoli varii, come quello di carbone ec:, sostanze che non possono permeare per membrane porose, ma che hanno bisogno di vie ampie, libere ed aperte per venir fuori dell' intestino. Queste vie aperte per le sostanze *sospese* si trovano nei villi, e proprio nel loro epitelio, le cui cellule, secondo alcuni Istologi, avrebbero un cappelletto munito di poro-canali, ed un processo canaliculare comunicante colle lacune periferiche del connettivo del villo (*f. 43.T.II.*); le sostanze sospese per conseguenza, immesse nei poro-canali, penetrerebbero nel contenuto della cellula epiteliale, e da questo poi pel processo canaliculare scenderebbero nelle lacune periferiche del villo, ed infine nella lacuna od ampolla centrale, da cui s' incanalerebbero nelle origini dei vasi chiliferi. Altri Istologi però ritengono le strie del cappelletto delle cellule epiteliali non già come poro-canali, ma come ciglia rimaste impiantate in una sostanza resistente secregata dalla stessa cellula; ed allora le vie libere per le sostanze sospese bisogna trovarle o nelle cellule caliciformi, una volta che la loro membranella alla faccia libera è scoppiata, ovvero queste vie si formerebbero alla caduta delle cellule epiteliali superficiali, le quali si desquamano di continuo, massime per l'azione della bile; nel primo caso le sostanze *sospese* penetrate nella cavità della cellula caliciforme, scenderebbero per il processo canaliculare nelle sottostanti lacune del villo; e nel secondo caso, caduta la cel-

lula epiteliale, le sostanze sospese guadagnerebbero subito quel po' di spazio rimasto, e per gl' interstizii degli strati cellulari sottostanti raggiungerebbero le lacune del villo.

Due sono le vie per le quali il *chilo* può raggiungere il centro della circolazione sanguigna, cioè il cuore, e sono, la vena porta ed il tronco chilifero, entrambi che mettono radici od hanno origine prevalentemente nella mucosa intestinale, e proprio nei suoi villi; l'ampolla centrale del villo rappresenta l'origine del sistema chilifero, e la vena che risulta dal reticolo arterioso del villo è appunto l'origine della vena porta. Il sistema della vena porta è ermeticamente chiuso alla sua origine, quindi non vi possono penetrare che sostanze veramente *disciolte* nell'acqua; invece il sistema chilifero alla sua origine nei villi presentando, come si è detto, delle vie libere ed aperte, comunicanti col lume dell'intestino, è naturale che per esso soltanto potranno fuoriuscire dall'intestino le sostanze *sospese* nell'acqua, e quelle che non sono completamente solubili.

Tutte le sostanze contenute nel chilo si potrebbero annoverare nel seguente ordine decrescente di *solubilità*: 1° acqua (con alcoolici, sostanze eccitanti, aromi, ed acidi liberi); 2° sali solubili; 3° zuccheri; 4° fermenti e sostanze azotate cristallizzabili; 5° peptoni alcalini, provenienti dagli albuminoidi e gelatinosi; 6° grassi saponificati; 7° grassi emulsionati; ed 8° pigmenti diversi. Di questi otto gruppi di sostanze i primi quattro raggiungono la circolazione sanguigna *a preferenza* per il sistema della v. porta; invece gli altri quattro si avviano a preferenza per il sistema dei chiliferi; i grassi emulsionati però ed i pigmenti hanno i chiliferi come unica via per la loro fuoriuscita dall'intestino.

Le *forze* per le quali il chilo esce dall'intestino sono le seguenti: 1ª l'*osmosi* che si stabilisce sopratutto attraverso le pareti dei vasi sanguigni venosi della mucosa intestinale fra le sostanze veramente solubili del chilo ed il sangue; 2ª la *filtrazione*, che viene cagionata dalla pressione operata sul chilo dalle pareti intestinali nella contrazione, per cui il chilo ne esce e penetra nei vasi sanguigni e chiliferi; 3ª infine l'*aspirazione* operata dai villi allorchè, contratti una volta, si ridistendono mercè la spinta del sangue nella loro rete vasale, e la loro ampolla centrale cerca così di riempiersi a spese del contenuto intestinale.

Le *forze* poi per le quali il chilo, fuoriuscito dall'intestino, si avvia per i vasi chiliferi onde raggiungere il centro della circolazione, sono: 1ª la capillarità; 2ª la contrazione dei villi turgidi, che si svuotano nelle origini dei vasi chiliferi; 3ª la vis a tergo dell'altro chilo che sopraggiunge; 4ª le contrazioni delle tuniche muscolari dell'intestino, le quali debbono sospingere il chilo verso i tronchi chiliferi e non verso le loro origini, stante la esistenza delle valvole a saccoccia (si potrebbe dire che i muscoli intestinali sono il *cuore* del chilo); 5ª la contrazione delle pareti muscolari dei chiliferi stessi; 6ª la pulsazione delle arterie compagne nel mesenterio;

Digitized by Google

7ª la pressione fatta sui visceri addominali dal diaframma; 8ª infine l'aspirazione esercitata sulle grosse vene, che si aprono nel torace, sia dal cuore nel momento di diastole ventricolare, sia dal torace stesso nell'atto d'inspirazione, e questa è una forza considerevole che sollecita il chilo ad ascendere pel dotto toracico ed a versarsi nella vena succlavia sinistra.

CAPITOLO IV°

CIRCOLAZIONE

È quella funzione vegetativa, per la quale si stabilisce lo scambio materiale (*nutritivo* e *respiratorio*) fra i singoli elementi cellulari del corpo ed il mondo esterno.

L'organismo è fornito di un'apparecchio di irrigazione, costituito da canali nei quali si muove un liquido (*sangue*) sospinto sempre in una stessa direzione da una pompa (*cuore*); questo liquido *riceve* dal mondo esterno l'ossigeno ed il materiale combustibile (*alimento*), e li *cede* agli elementi cellulari; poi *riceve* dagli elementi cellulari i prodotti della ossidazione, divenuti deleterei per l'organismo, e li *cede* al mondo esterno.

§ 1° — *Anatomia fisiologica dell' apparecchio della circolazione sanguigna.*

L'apparecchio della circolazione sanguigna consta di un sistema di tubi d'irrigazione, tutti chiusi e comunicanti fra loro, i quali mercè grossi tronchi, alcuni centripeti ed altri centrifughi si trovano in relazione con una pompa premente ed aspirante, qual'è il *cuore*. Questo sistema è interamente ed esattamente pieno di *sangue*, il quale ultimo non già che passando in una sezione di canali ne rimane vuota un'altra, bensì trovasi in colonna continua e non fa altro che circolare sempre in un dato verso per l'azione sopratutto della pompa cardiaca, munita di valvole.

Le proprietà *fisico-meccaniche* delle pareti di questo apparecchio, nel quale corre il sangue, sono due, cioè l'*elasticità* e l'*estensibilità* o *cedevolezza;* la proprietà *animale* poi, che non si trova nei comuni apparecchi di irrigazione, è la *contrattilità*. Tutte e tre queste proprietà in generale si appartengono a tutte le pareti dell'apparecchio di circolazione, però ciascuna tiene il suo luogo di prevalenza; così la *elasticità* predomina nei grossi tronchi arteriosi, la *estensibilità* o *cedevolezza* nelle vene, e la *contrattilità* si trova molto sviluppata nelle pareti del cuore ed in quelle delle arterie di mezzano e piccolo calibro.

Il *cuore* è il centro motore della circolazione, ha pareti carnose molto

Digitized by Google

spesse, ed è diviso mercè un setto longitudinale in due cuori, uno destro venoso, ed un'altro sinistro arterioso, i quali sono riuniti in una sola massa muscolare soltanto per avere un sistema di fibre comuni onde essere *sinnergici* nella loro azione. Ciascuna metà del cuore si compone di una cavità superiore in relazione colle *vene* (vie centripete) detta *seno* od *atrio*, e di una cavità inferiore in relazione colle *arterie* (vie centrifughe) detta *ventricolo*. Nell'atrio destro si aprono le due vene cave, che portano il sangue reduce da tutta la circolazione del corpo, e nel ventricolo destro si origina l'arteria pulmonare, che deve condurre il sangue venoso al pulmone; nell' atrio sinistro si aprono le quattro vene pulmonari, che riportano al cuore il sangue divenuto arterioso nel pulmone, ed infine dal ventricolo sinistro si diparte l'art. aorta, che deve provvedere di sangue arterioso il corpo intero (*Tav. VII*).

Il corso del sangue è stabilito nel cuore in un dato verso, cioè dalle vene negli atrii, da questi nei ventricoli, e dai ventricoli nelle arterie, ed è impossibile che avvenga altrimenti, stante la esistenza delle *valvole*. Agli sbocchi delle vene negli atrii non si trovano valvole, perchè nella contrazione di questi ultimi i fasci carnosi delle loro pareti riescono a chiudere i detti sbocchi, onde il sangue non può rifluire nelle vene; dippiù il sangue dovendo sempre prendere la via dov'è la minore pressione, si scarica piuttosto nei ventricoli che sono vuoti e che attivamente si dilatano, anzichè nelle vene che sono già piene. Fra ciascun'atrio ed il corrispondente ventricolo sottoposto esiste un foro, detto ostio atrio-ventricolare, pel quale il sangue deve andare dall'atrio nel ventricolo e non viceversa, è ciò per le valvole cuspidali, od a lamina, od a pizzo; di queste valvole si trovano tre a destra e due a sinistra, e sono costituite dalla sierosa dell' endocardio che si ripiega, e che comprende una lamina di connettivo elastico, fornita tanto dal cerchio tendineo del cuore, che dai tendinetti dei muscoli papillari. Ognuna di queste valvole, per la spinta del sangue di sotto in sopra, può elevarsi soltanto fino al livello dell'ostio, e ciò perchè tanto il suo margine libero che la sua faccia inferiore sono trattenuti da molte cordicine tendinee (fino a 100 nel ventricolo destro e 120 nel sinistro — *Küss*), le quali nella contrazione dei ventricoli vengono stirate dai muscoli papillari, di cui ciascuno fornisce tendini alle due metà vicine delle valvole. Queste valvole cuspidali elevate meccanicamente dal sangue, e tenute tese dai muscoli papillari, riescono ad impedire il rigurgito del sangue negli atrii (*Tav. VII*) (1).

Il sangue dai ventricoli passa nelle arterie, dalle quali non può riflui-

(1) « I muscoli papillari contraendosi *abbassano* le valvole cuspidali, e queste *applicandosi contro le pareti dei ventricoli*, hanno per effetto di scacciare verso gli orificii arteriosi il sangue *rinchiuso* fra esse e le corrispondenti pareti ventricolari » (Küss).

re nei ventricoli per la esistenza delle valvole a saccoccia; di queste valvole si rinvengono tre alla origine di ciascuna arteria, ed ognuna di esse è a mo' di una saccoccia, di cui il lembo libero è rivolto, non verso il cuore, ma verso l'arteria, in modo che il sangue spinto dalla retrazione delle pareti arteriose, dovendo rifluire nel ventricolo, non lo può, giacchè gonfia e riempie le valvole, e queste si mettono a mutuo contatto. Il piccolo spazio triangolare lasciato dai tre archi valvolari, che si toccano, viene oppilato da tre piccoli noduletti (*noduli di Aranzio*), sporgenti nel mezzo del bordo di ciascuna valvola. Queste valvole a saccoccia sono formate da una ripiegatura non solo della tunica intima dell'arteria, ma ancora di parte della tunica media, val dire hanno un rivestimento epiteliale, sotto del quale trovasi una lamina connettivale elastica.

Il *cuore* è un muscolo quadricavo, cioè quattro cavità scavate in una stessa massa muscolare; in esso bisogna distinguere una porzione carnosa, che costituisce appunto le pareti delle cavità, ed una porzione tendinea, che si trova disposta a cerchio fra le cavità superiori ed inferiori, e precisamente attorno agli ostii atrio-ventricolari. Questo doppio cerchio tendineo riceve l'impianto dei fasci carnosi, tanto dei seni, che dei ventricoli; questi fasci in generale decorrono ad arco nella parete delle cavità, e coi loro estremi si fissano al detto tendine.

Nei seni i fasci carnosi costituiscono tanti archi, i quali tutti riuniti formano una volta sulle dette cavità, e contraendosi non fanno che accorciarne l'altezza; oltre a questi fasci se ne trovano altri, che decorrono trasversalmente o circolarmente, incrociano i primi e sono in gran parte comuni ad entrambi i seni, onde contraendosi ne diminuiscono l'ampiezza; infine agli sbocchi delle vene si trova un'addensamento di fibre circolari, disposte a mo' di sfinteri. Tutti questi fasci formano una parte molto sottile ed in alcuni punti trasparente.

Nei ventricoli si distinguono fibre comuni e fibre proprie di ciascun ventricolo; le prime partono dal tendine circolare, decorrono obbliquamente sulla faccia esterna dei ventricoli, poscia al loro apice si riflettono in dentro, decorrono sulla faccia interna degli stessi, ma del lato opposto, e poi terminano al tendine circolare, costituendo così le colonne carnose di vario ordine, rilevate sulla faccia interna dei ventricoli; alcuni di questi fasci però non raggiungono il cerchio tendineo in ciascun ventricolo, ma si separano o si scostano dalla parete ventricolare, e costituiscono dei mammelloni, liberi e conici (*muscoli papillari*), dal cui apice si partono a ventaglio dei tendinucci, che si fissano ad arco sia al margine che alla faccia inferiore delle valvole cuspidali. Tutte queste fibre comuni dei ventricoli nel riflettersi all'apice del cuore, e nel raggiungere la parete opposta dei ventricoli (quelle del destro raggiungono la parete opposta del sinistro, e viceversa), decorrono obblique od a spira, e costituiscono nell'insieme il così detto *vortice* all'apice del cuore. Le fibre proprie abbondano

nel ventricolo sinistro, il quale ha una parete molto più spessa del destro (*Tav. VII.*), decorrono ad anse longitudinali, obbliquamente ed anche circolarmente tra le fibre della faccia esterna e quelle della faccia interna.

Le fibre muscolari del cuore (striate, ma sottili e ramificate o bifurcute, e del tutto involontarie) —(*Tav.IV.f.99.*) costituiscono il *miocardio*, il quale mentre allo esterno è ricoperto dalla sierosa del *pericardio*, allo interno è tapezzato dalla sierosa dell'*endocardio*, la quale ultima fa continuazione coll'intima dei vasi.

Il cuore ha centri nervosi proprii, cioè certi piccoli ganglietti, che si trovano a preferenza nel setto del cuore, in prossimità dei seni; questi ganglietti appartenenti al simpatico, dànno rami alle fibre del cuore, e ne inducono la contrazione allorchè vengono stimolati dal sangue arterioso o dall'ossigeno, e ciò sia dentro che fuori dell'organismo. Oltre a ciò il cuore tiene dei nervi *acceleratori*, ed altri *moderatori*; i primi sono rami del simpatico, che formano il plesso cardiaco, ed i secondi appartengono al vago, il quale stimolato rallenta le sistoli, e se l'eccitamento è forte, lascia fermare il cuore in diastole.

Riguardo alla sua funzione, il cuore, come pompa premente, deve sostenere il corso del sangue, tanto nel circolo minore, che nel maggiore; pel primo serve il ventricolo destro, che è più debole, e pel secondo il ventricolo sinistro, che è molto più robusto (1) (ciascun ventricolo ad ogni sistole caccia nell'arteria corrispondente da 180 a 200 gram. di sangue — *Küss*). Il cuore oltre ad operare come pompa premente nella sistole, opera pure come pompa aspirante nella diastole, val dire che distendendosi e dilatandosi le sue cavità rimaste vuote, aspirano attivamente il sangue dal sistema di ritorno; questo dispiegamento della cavità viene operato non tanto dalla loro elasticità, quanto dalla irrorazione sanguigna che si stabilisce nelle loro pareti appunto nell'atto della diastole, riempiendosi in tale momento il sistema delle arterie coronarie.

Le due arterie coronarie ricevono il sangue durante la diastole ventricolare, perchè: 1.° nella sistole la carne del cuore si presta poco ad essere irrorata dal sangue, 2.° le coronarie essendo ricorrenti sull'aorta, il sangue nella sistole tiene una spinta in verso contrario alla loro disposizione invece nella diastole cercando di ritornare nel ventricolo sinistro per la retrazione dell'aorta, il sangue riceve la spinta da quest'ultima proprio secondo la direzione delle art. coronarie, e 3° durante la sistole del ventricolo sinistro il sangue spinge e distende le tre lamine sigmoidee aortiche tanto da occludere coi loro lembi, i due sbocchi delle coronarie, le quali in tale momento non possono ricevere il sangue. Nella diastole adunque le

(1) Il lavoro meccanico del ventricolo sinistro si è di elevare 362 gram. di acqua ad 1 metro di altezza in ogni contrazione; e quello del destro, che è più debole, si è di elevare colla contrazione lo stesso peso di acqua all'altezza di 20 centim. (*Wundt*).

Digitized by Google

coronarie ricevendo il sangue (colla velocità e pressione data dalla parete aortica che si retrae), avviene che distendono le pareti rilasciate dei ventricoli, e quindi ne dilatano attivamente le cavità, ciò che produce una notevole aspirazione sul sangue dei seni e delle vene. Tutto questo si può dimostrare coll'esperienza iniettando cioè con acqua le coronarie dall'aorta, si vedono dilatarsi fortemente i ventricoli, ed aspirare acqua contenuta in un recipiente che comunica coi seni.

La contrazione di tutte e quattro le cavità del cuore non avviene nel medesimo tempo, bensì è sinnergica e sincronica soltanto la contrazione delle due cavità omonime, ed invece è alternativa la contrazione dei due seni con quella dei due ventricoli.

Nel movimento totale del cuore si distinguono ben quattro tempi: 1.° contrazione o sistole istantanea dei due seni (che dura $^1/_8$ di tutto il tempo del ritmo cardiaco, onde per $^4/_8$ di questo tempo i seni sono in riposo), per cui i seni si svuotano ed il sangne va a riempiere i ventricoli; 2.° piccola pausa (da alcuni negata); 3.° contrazione o sistole dei due ventricoli (che dura molto, e che insieme alla piccola pausa occnpa circa $^3/_8$ di tutto il movimento del cuore); e 4.° grande pausa, cioè diastole di tutto il cuore, o rlposo totale, che dura circa $^1/_2$ del movimento generale; di questi tempi soltanto il 3.°, cioè la contrazione dei ventricoli, corrisponde ed è accompagnato dall' *ictus cordis*.

Il cuore nel contrarsi cambia di forma e di disposizione nel torace; allorchè si contraggono i due seni il cuore si accorcia un poco alla parte superiore, laddovechè, la porzione ventricolare si allarga, si allunga e si gonfia, perchè riceve il sangue; quando poi succede la contrazlone de' ventricoli, che formano la massa principale del cuore, questo si accorcia, cioè ritira alquanto in alto la punta; del pari diminuisce di molto in larghezza, ed aumenta invece nel diametro antero-posteriore; di più esegue una piccola escursione, per cui, rimanendo fissata la base ai grossi vasi, la punta si porta leggermente in avanti ed in sopra, ed un poco anche da sinistra a destra, onde riesce a percuotere la parete toracica nel quinto spazio intercostale a sinistra (fra le linee parasternale e mammaria), ciò che costituisce il *polso* od il *battito del cuore* (*ictus cordis*); questo *polso del cuore* si riconosce bene e si misura mediante un'apparecchio speciale detto *Cardiografo clinico* di Marey.

Il movlmento del sangue nei due ventrlcoli e nelle due arterie che ne sorgono è accompagnato dall'innalzamento od abbassamento delle rispettive valvole, e genera così, per vibrazione di queste, dei suoni particolari detti *toni del cuore*. Ponendo l'orecchio, armato di stetoscopio, sulla regione del cuore, si odono in generale due toni, uno coincidente colla sistole ventricolare, ed un'altro colla diastole; il primo tono è più cupo, più basso, più lungo, meno chiaro e dicesi *tic*, laddove che il secondo è più alto, secco, più corto, più spiccato, e dicesi *tac*. Il *tic* si ode meglio ponendo lo steto-

Digitized by Google

scopio sulla punta del cuore, laddove che il *tac* si ode meglio sulle grosse arterie che escono dal cuore. Il tono sistolico *tic* è prodotto dall'urto del sangue contro le valvole cuspidali, ed il diastolico *tac* è prodotto dall'urto del sangue di ritorno sulle valvole a saccoccia delle due arterie. Sarebbero per conseguenza quattro toni per i quattro apparati valvolari, ai quali però se ne potrebbero aggiungere altri due sistolici, prodotti dall'urto del sangue sulle pareti elastiche arteriose nell'atto della sistole ventricolare, le quali vengono in tal modo dispiegate e vibrano. Tutti e sei questi *toni* possono mutarsi in *rumori* se le lamine che li producono divengono ispessite, scabre, foracchiate ec.

Le *arterie* sono le vie centrifughe del cuore, esse si originano coll'*aorta* dal ventricolo sinistro per spandersi in tutto il corpo, ed invece si originano coll'*arteria pulmonare* dal ventricolo destro per diramarsi nel piccolo circolo pulmonare.

Le arterie in generale hanno una parete costituita da tre tuniche (*f.58. T. II.*), una *intima* epiteliale (*i*), una *media* elastica-muscolare (*m*), ed una *esterna* connettivale, detta pure *avventizia* (*ad*). L'epitelio interno è semplice, sottile e presenta celluie fusiformi. La tunica media si potrebbe suddividere in quattro strati (Henle, Hyrtl), dei quali il più interno, risultante d'una lamina elastica e resistente, interrotta in più punti (*lamina fenestrata*), farebbe parte della tunica intima (come basamentale dell'epitelio); lo strato che segue, non molto spesso, è del pari elastico ed a fibre tutte longitudinali; il terzo strato consta di molte fibre trasversali, più muscolari lisce che elastiche, fibre muscolari che abbondano nelle arterie mezzane e piccole; infine il quarto strato od il più esterno è costituito da molte fibre elastiche, strette ed intrecciate in vario senso, onde è molto spesso e resistente, e predomina nei grossi tronchi arteriosi. La tunica avventizia risulta di connettivo ordinario in cui decorrono i vasi nutritizii delle pareti arteriose (*vasa vasorum*), non che i nervi per la tunica muscolare (nervi *vasomotori*).

Il lume delle arterie presenta normalmente una certa ampiezza, la quale però può variare secondo lo stato dei nervi che animano le fibre muscolari delle loro pareti; questi nervi diconsi *vasomotori*, ed arrivano alle arterie in massima parte per via del gran simpatico. L'irritazione di questi nervi porta restringimento delle arterie (*vaso-spasmo*), e la recisione degli stessi porta dilatazione delle arterie (*vaso-paralisi*); quindi le parti irrorate possono divenire anemiche ed iperemiche, fredde e calde, a seconda lo stato di eccitamento o di paralisi di questi nervi. In alcune parti dell'apparecchio circolatorio si ammettono pure i così detti nervi *dilatatori*, od *inibitori*, od *eriggenti*, la irritazione dei quali apporta invece dilatazione nei vasi, come avviene nel tessuto cavernoso dell'apparecchio genitale.

Le arterie godono di molta elasticità e contrattilità, per cui una volta

Digitized by Google

ricevuta la nuova onda di sangue dal cuore, vengono facilmente distese, ma poscia rapidamente ritornano al loro calibro primitivo, mediante la elasticità delle loro tuniche, coadiuvata dalla contrattilità delle stesse (1). L'espandersi e l'allungarsi delle arterie ad ogni contrazione o sistole ventricolare, ed il percuotere che fanno le superficiali sotto il dito dell'osservatore, costituisce il *polso arterioso*, il quale per essere bene avvertito bisogna che l'arteria sia superficiale, che decorra su di un'osso e che sia di un certo calibro (*art. radiale*). Questo polso coincide colla sistole ventricolare (quantunque i polsi delle arterie inegualmente distanti dal cuore non sieno del tutto sincronici fra loro, ad es. la carotide colla pedidia), ed è prodotto invece dalla diastole arteriosa, cioè dal dispiegamento ed allungamento rapido dell'arteria per la nuova onda del sangue che sopraggiunge.

Il polso delle arterie si conosce, si dimostra e si misura mercè un'apparecchio grafico detto *Sfigmografo* di Marey, il quale consiste in una molla che si adatta su di un'arteria superficiale, e che naturalmente si solleva semprechè l'arteria pulsa; questa molla comunica il movimento ad una leva di 3° genere, la quale con la punta traccia una linea bianca su di una lista di carta affumicata, che scorre con velocità costante mercè un'apparecchio di orologeria. La linea tracciata dallo sfigmografo è ondulata; le elevazioni corrispondono ai polsi dell'arteria, e le depressioni ai ritorni dell'arteria sopra sè stessa (*Tav. VII*).

Il polso arterioso può presentare delle variazioni relativamente alla frequenza, alla celerità, alla forza o grandezza, alla durezza ed alla pienezza.

La *frequenza* del polso significa il numero delle pulsazioni dell'arteria nell'unità di tempo; questo numero nell'uomo adulto (da 20 a 60 anni) è in media di 65 a 70 al 1', ma sia normalmente, che nei casi patologici il polso può divenire *frequente* e *raro*; in generale la frequenza del polso diminuisce col crescere dell'età e col crescere del corpo in grandezza, diminuisce pure nel sesso forte ed infine nello stato di digiuno e di riposo (2).

Per *celerità* s'intende, non il numero dei battiti nell'unità di tempo, ma il tempo che pone l'arteria a dispiegarsi e a ritornare sopra sè stessa; onde si può avere un polso *celere* ed uno *tardo*, nel primo l'arteria mette poco tempo a compiere una intera pulsazione, e nel secondo il movimento dell'arteria avviene lentamente; entrambi si osservano in varii casi patologici.

(1) Perfino le piccole arteriole in prossimità dei capillari presentano una sufficiente contrattilità, come si può osservare sulla rete vasale del mesenterio della rana, in cui per una irritazione qualunque (ad es. il freddo) le arteriole possono diminuire fino di $^6/_7$ della loro larghezza normale (Schwann).

(2) Secondo Volkmann per il 1.° anno di vita si avrebbero in media 134 pulsazioni; al 22.° anno 70 pulsazioni, e verso l'80.° anno 79 pulsazioni.— Secondo Steinbach la frequenza del polso nel feto maschio sarebbe in media di 131 al 1', e di 144 nel feto femmina.

Digitized by Google

Per la *grandezza* o *forza* si ha un polso *grande* ed uno *piccolo*, ovvero *forte* e *debole*; nel primo la dilatazione e la retrazione dell'arteria avvengono ampiamente, stante la energia della parete dei ventricoli, e nel secondo in limiti assai ristretti; il polso piccolo o debole è proprio della debolezza e dell'esaurimento e confina col polso *filiforme*, che si ha nell'agonia.

Per la *durezza* si distingue un polso *duro* ed un'altro *molle*, caratteri che si debbono al grado di retrazione e contrazione della parete arteriosa, la quale si presenta cedevole e rilasciata nel polso molle, ed invece resistente e contratta nel duro.

Per la *pienezza* si ha un polso *pieno* ed uno *vuoto*; il primo dinota una gran copia di sangue che corre nell'arteria ad ogni sistole ventricolare, ed il secondo una piccola quantità di sangue; il primo si riscontra nella pletora, ed il secondo nell'anemia.

Infine bisogna notare il polso *dicroto* ed il *ricorrente*.

Il polso *dicroto* (*bis feriens*) è costituito da un grande urto sotto le dita dell'osservatore e da un piccolissimo urto che segue al primo; per alcuni questo polso è normale, per altri è solo patologico; esso sarebbe prodotto nel primo caso, o dall'urto della colonna sanguigna sullo sperone che trovasi alla divisione dell'aorta addominale nelle due iliache, o meglio dall'urto della colonna sanguigna sulle valvole aortiche dopo la sistole ventricolare; cogli apparecchi grafici delicati, come lo sfigmografo di Marey si osserva il polso dicroto normale (*T. VII*). Il polso *ricorrente* si riscontra soltanto nella radiale, e consiste nella pulsazione che ancora si avverte nell'arteria, all'estremo dell'antibraccio, dopo che questa è stata compresa più in alto sul radio; in tal caso la pulsazione vi arriva mercè l'arteria cubitale e l'arcata palmare, e quando esiste rivela la forza normale del cuore.

Le *vene* costituiscono il sistema di ritorno del sangue dalla periferia al cuore; esse sono dei vasi a pareti sottili e trasparenti, hanno tutti gli elementi anatomici delle arterie nelle loro tuniche, però molto diradati ed assottigliati, massime l'elemento elastico, per cui in esse facendo difetto la elasticità e la contrattilità, si trova molto esagerata la estensibilità.

Nelle vene il sangue scorre lentamente, conservando appena la spinta del cuore, onde la facilità del rigurgito; a ciò viene riparato mercè la presenza delle valvole a saccoccia, che hanno il lembo libero rivolto verso il cuore per cui una volta che il sangue le ha oltrepassate, è impossibile che ritorni verso i capillari. Queste valvole risultano di una lamella di connettivo elastico, tapezzata dall'epitelio vasale.

Nelle vene infine si può avere polso, massime in quelle del collo, semprechè la valvola tricuspidale diviene insufficiente.

I *capillari* sono dei vasellini piccolissimi, disposti a rete, e formanti un sistema neutro, interposto fra le terminazioni delle arterie e le origini

delle vene; in esse scorre il sangue, rimanendo fra un globulo e la loro parete appena un po' di spazio per lasciar correre il plasma. Sono appunto i capillari quei serbatoi, nei quali deve pervenire il sangue per sostenere gli scambii necessarii materiali, tanto cogli elementi cellulari dei tessuti che col mondo esterno.

I capillari constano di una membranella sottilissima e trasparente, cedevole ed alquanto elastica (secondo alcuni anche lievemente contrattile), la quale di tanto in tanto presenta dei nuclei allungati, appartenenti a cellule sottili e larghe, i cui contorni si rendono appariscenti mercè il trattamento col nitrato d'argento e l'azione della luce (*f.59.T.II.*); queste cellule hanno contorno irregolare e sono accartocciate nel senso del lume del vase.

§ 2.° — *Sangue — Esame microscopico e chimico — Sua quantità.*

Per *sangue* s'intende, nell'uomo, quel liquido di colorito rosso, che circola in un sistema di canali tutto chiuso, e che da una parte subisce uno scambio col mondo esterno, e dall'altra uno scambio cogli elementi cellulari dei tessuti.

Il *sangue* è un liquido alquanto vischioso, della densità media di 1,055 (che può variare da 1,045 a 1,075) (1), ed avente la temperatura di circa 27°,5 allorchè esce dai vasi dell'uomo vivo; ha il 77p.% di acqua, ed il resto di sostanze solide, le quali sono l'emoglobulina, l'albumina, la fibrina, i grassi, le sostanze estrattive ed i sali. Il sangue di più ha un'odore caratteristico, diverso secondo l'animale, e che aumenta per l'aggiunta dell'ac. solforico, ha un sapore alcalino-dolciastro ed è opaco.

Visto il sangue al microscopio si presenta costituito di due parti, una solida ed un'altra liquida, la prima è rappresentata dai corpuscoli rossi e bianchi e la seconda dal plasma.

I corpuscoli o globuli rossi sono abbondantissimi (5 milioni, circa, in un millim. cubico di sangue — *Welcker*), hanno un colore giallastro chiaro quando sono isolati, e rosso più o meno intenso allorchè si veggono in massa; sono rotondi e discoidali (per cui si addossono facilmente e formano delle pile) con una piccola fossetta nel centro, simili a lenti biconcave, o meglio a lenti convesse verso la periferia e concave nel centro, ove recentemente si è osservata anche per ciascuna faccia una piccola eminenza conica; infine sono molli, flessibili ed elastici. Questi corpuscoli da varii Autori non vengono considerati come cellule dappoichè mancano di nucleo (nell'uomo adulto e non nell'embrione), mancano di membrana, e solo constano di una massa omogenea, compatta più

(1) Il peso specifico dei globuli del sangue dell'uomo è di 1,105, e quello del plasma di 1,027 a 1,028.

verso la periferia che al centro, di un colore rosso bruno nel sangue venoso, quando sono ammassati, e rosso chiaro o rosso aranciato nel sangue arterioso; tutt'al più si potrebbero considerare come elementi cellulari adulti e prossimi a disfarsi. Questi globuli per l'aggiunta di molt'acqua, o dell'ac. carbonico, divengono più grandi, più globosi e più trasparenti, lasciando passare in gran parte la luce, onde il sangue in totalità si presenta *rosso-bruno*; invece coll'aggiunta delle soluzioni saline concentrate, ovvero in contatto dell'ossigeno, divengono più piccoli, più compatti e più discoidali, onde crescendo la loro opacità, la luce viene in gran parte riflessa, ed il sangue si presenta *rosso-vivo*. I sali metallici, l'alcool, il tannino ec. coagulano la materia albuminoide dei globuli ematici, onde questi divengono opachi e granulosi. Il congelamento e le scariche elettriche ripetute dissolvono completamente i globuli ematici, per cui il sangue diviene trasparente e di un colore rosso lacca (Rollett). Il disseccamento lento fa prendere ai corpuscoli rossi la forma increspata od echinata, invece il disseccamento rapido su lastre di vetro li fa rimanere rotondi e discoidali. L'acqua dopo aver gonfiati e resi globosi e trasparenti gli emociti, questi incominciano a scolorarsi, ed a poco a poco scompariscono, lasciando nel liquido una macchietta rosso-aranciata, che è l'emoglobulina disciolta, sulla quale si vede nuotare una piccola sferula trasparentissima, cioè lo *stroma* del globulo, stroma che si rende alquanto più appariscente mercè l'aggiunta della tintura di iodo. Il calore di circa 52° a 60°, altera i globuli rossi, facendo loro assumere forme diverse, come oblunghe, stellate, con lunghi processi clavati, i quali spesso se ne staccano, e vanno a costituire altri globuli più piccoli, sembrano così dei pezzetti di cera che si fondono (Schultze); subiscono insomma tali alterazioni per cui si conferma semprepiù che mancano di membrana. Oggidì si ammette che questi globuli sieno formati da uno stroma di materia albuminoide sottilissimo, incoloro e trasparentissimo, insolubile nell'acqua e negli alcali allungati, e ricolmo della loro sostanza propria, l'emoglobulina, colorata in rosso-aranciato, la quale è invece solubile nell'acqua e negli alcali.

Riguardo alla grandezza, i globuli rossi dell'uomo hanno per diametro $0^{mm},0069$, e nei mammiferi oscillano fra $0^{mm},0057$ (Cavallo) e $0^{mm},0096$ (Elefante); in media pei mammiferi si può ammettere un diametro di $0^{mm},007$; essi però sono sempre rotondi, eccetto nel Camello e nella Lama, in cui sono ovoidali. Negli uccelli sono sempre ovali e nucleati, ed hanno un diametro longitudinale fra $0^{mm},0184$ e $0^{mm},0151$ in media; nei rettili sono del pari ovali, nucleati e presso a poco dello stesso diametro che negli uccelli; nei batraci sono ovali, nucleati ed hanno un diametro medio di $0^{mm},0226$ (Rana) e massimo di $0^{mm},1259$ (Proteo); infine nei pesci sono in alcuni ordini ovali ed in altri rotondi, globosi e nucleati, ed hanno un diametro medio di $0^{mm},018$.

Per determinare approssimativamente il numero o la quantità relativa dei globuli rossi, la Scienza oggidì dispone di tre mezzi, cioè: 1° il micro-

scopio, col quale si contano direttamente i globuli in un piccolissimo volume di sangue diluito; 2° i vasi graduati, ove si pone il sangue diluito con soluzioni alcaline e si lasciano depositare i globuli, che hanno un peso specifico maggiore del plasma, e 3.° il globulimetro di Mantegazza, che consiste in una scatola cilindrica colle due basi ravvicinate e trasparenti, la quale si riempie di sangue, e questo essendo povero o ricco di globuli avrà diversa opacità, e farà vedere a traverso più o meno bene la fiamma di una candela; innanzi alla scatola che contiene il sangue possono mettersi dei vetri azzurri, colorati con diversa intensità, i quali servono a far valutare il grado di opacità o di trasparenza del sangue, per quindi dedurne approssimativamente la quantità relativa dei globuli.

I corpuscoli rossi del sangue, riguardo alla loro costituzione chimica, constano di una sostanza complicata, cioè l'*ematoglobulina* (*emoglobina, ematocristallina*), la quale può cristallizzare in lamine romboidali sottili ed allungate, di colore rosso-aranciato, allorchè si pone a macerare all'aria umida un poco di sangue (*f. 55. T. II.*), e ciò per ottenere una soluzione concentrata di emoglobulina; anche il sangue, in cui i globuli si sono disfatti per il congelamento, è atto a dare l'emoglobulina cristallizzata; il sangue degli altri mammiferi dà pure prismi o tavole ramboidali di emoglobina, invece nella Cavia si hanno dei piccoli tetraedri. Questa sostanza si compone di un'albuminoide, la *globulina*, e di un pigmento ferruginoso, la *ematina* od *ematosina* (p. 18), la quale ultima, mentre per sè stessa è incristallizzabile, pure può cristallizzare allo stato di cloridrato di ematina (*emina*, p.22), ovvero leggermente ossidata allo stato di *ematoidina* (*f.56-57.T.II*). La materia colorante del sangue presenta inoltre delle proprietà spettroscopiche; così guardando attraverso ad un prisma il sangue *arterioso* diluito, ed illuminato dalla luce solare o da un lampada, ovvero una soluzione di emoglobulina *ossigenata*, si notano due righe di assorbimento nel giallo, fra le linee *D* ed *E* di Fraünhaufer; invece osservando nello stesso modo il sangue *venoso* od una soluzione di emoglobina *ridotta*, si vede fra le stesse lettere un solo e largo nastro oscuro. Infine la materia colorante del sangue è *dicroica*, cioè, si presenta giallo-verdastra per luce refratta in sottili strati, e rossa per luce riflessa su grossi strati. L'emoglobulina assorbe facilmente l'ossigeno, mutandolo in ozono (Schoenbein, His), e passa allo stato di *ossiemoglobulina*, e quando poi lo cede agli elementi cellulari diviene *emoglobulina ridotta*. Oltre all'emoglobulina, i globuli rossi contengono traccia di protagono (nello stroma) e suoi derivati, colesterina (od il suo derivato, la serolina), sostanza fibrino-plastica o *paraglobulina*, sali di potassa, massime fosfati, ed acqua, la quale rappresenta i $^4/_5$ della loro massa.

Nel sangue oltre ai globuli rossi (*cruorociti, emazie*) si notano i globuli bianchi, detti *leucociti* (*f. 54 e—T. II*) i quali nell'uomo sono alquanto più grandi dei primi (in media $0^{mm},009$), e sono molto scarsi, val dire che su circa 300 a 400 globuli rossi si trova normalmente un solo globulo bian-

Digitized by Google

co (1). Questi globuli sono trasparenti, a contenuto ed a superficie granulare, sono sforniti di membrana ed invece hanno un protoplasma molto attivo, il quale quando è vivo presenta un distinto movimento sarcodico od amiboide; questi globuli bianchi, che in particolari condizioni (infiammazione) possono pure emigrare dei vasi capillari, rappresentano degli elementi cellulari molto attivi nelle loro funzioni nutritive e riproduttive. Essi hanno d'ordinario un nucleo, unico o multiplo, che si rende molto visibile coll'ac. acetico; assorbono facilmente nella loro massa sarcodica qualunque pulviscolo o granulo sospeso nel liquido (per cui si possono facilmente colorare con cinabro ed indaco), ed infine per la scabrezza della loro superficie scorrono con difficoltà sulla parete vasale, onde studiando al microscopio la circolazione nella membrana natatoria della rana, si osserva che mentre i globuli rossi sfilano per lo più nell'asse dei vasi sanguigni, i bianchi perchè scabri si trovano raccolti piuttosto sulle loro pareti, e vanno innanzi con maggiore lentezza.

Oltre alla parte solida (*cruore*) il sangue contiene una parte liquida alquanto più eccedente, che è il *plasma* (in media su 100 di sangue umano si trovano 40 di *globuli* e 60 di *plasma* — *Schmidt* (2)), il quale in complesso consta di acqua, albuminoidi, grassi e loro derivati, glucosio, sostanze azotate cristallizzabili, tracce di sostanze aromatiche e coloranti, sali e gas; l'acqua rappresenta i $^{9}/_{10}$ nel plasma.

(1) Questa proporzione può essere superata nei casi patologici fino a raggiungere i leucociti il terzo ed anche la metà della massa globulare del sangue (*leucocitemia*); normalmente i leucociti crescono di numero nel sangue durante l'assorbimento intestinale, nella gravidanza, nell'infanzia ec:, e sono poi abbondanti in alcuni punti dell'apparecchio vasale], sopratutto nel sangue delle vene spleniche ed epatiche (nel sangue della v. splenica 1 leucocito su 70 cruorociti).

(2) Se i globuli rossi eccedono la proporzione normale si ha la *pletora;* se invece difettano, eccedendo in pari tempo la parte acquea del sangue, si ha l'*idroemia*.

Ecco in due quadri l'analisi del sangue dell' uomo e del cavallo :

Principii componenti	Sangue di Uomo (sangue venoso)	Sangue di Donna (sangue venoso)
Acqua	780.00	791.00
Globuli	140.00	127.00
Albumina	69.00	70.00
Fibrina	2.20	2.20
Materie estrattive e sali	6.80	7.40
Serolina	0.02	0.02
Materia grassa fosforata	0.49	0.46
Colesterina	0.09	0.07
Saponi	1.00	1.05
Perdita	0.40	0.80
	1000,00	1000,00
Sali contenuti in 1000 gram. di sangue:		
Cloruro di sodio	3.100	3.900
Altri sali solubili	2.500	2.900
Ferro	0.565	0.541
Fosfati	0.330	0.354
	(*Becquerel* e *Rodier*).	

Sangue di Cavallo	
Globuli umidi	326.2
Plasma	673.8
	1000,0
Globuli	
Acqua	565.0
Parti solide	435.0
	1000.0
Plasma	
Acqua	896.0
Fibrina	10.1
Albumina	77.6
Grassi	1.2
Sostanze estratt.e	4.0
Sali solubili	6.4
Sali insolubili	4.7
	1000.0
(*Hoppe*)	

Nel seguente quadro si notano i dati forniti dalle analisi sulle ceneri del *siero*, dei *globuli* e del *coagulo*, appartenenti al sangue umano (*Gorup-Besanez*):

Parti costituenti di 100 parti di cenere	Siero	Globuli	Coagulo
Cloruro di sodio	72.88	17.36	»
Cloruro di potassio	»	29.87	»
Potassa	2.95	22.36	0.84
Soda	12.93	3.55	16.16
Calce	2.28	2.58	9.63
Magnesia	0.27	0.53	0.52
Ossido di ferro	0.26	10.43	52.81
Acido fosforico	1.73	10.64	9.01
Acido solforico	2.10	0.09	6.58
Acido carbonico	4.40	2.17	»
Acido silicico	0.20	0.42	2.01
	(*Weber*)	(*Weber*)	(*Roses*)

Il sangue venuto fuori dai vasi presenta, dopo pochi minuti, il noto fenomeno della *coagulazione*, val dire tutto il sangue da liquido incomincia a ridursi a poco a poco in una massa solida (dopo 4 a 6 min. nell'uomo), che non cade, anche capovolgendo il recipiente, e somiglia a una soluzione carica di colla raffreddata (il sangue del Cavallo mette da 10 a 12 min. per coagulare, quello del Bue da 8 a 10 min., quello del Cane e della Pecora 2 a 4 min., infine quello del pollo a 1 a 2 min. — *Palladinò*); poscia dopo alquanto tempo si osserva la divisione del *siero* dal *crassamento*, cioè la parte solida (*crassamento*) si restringe e si riduce al centro del recipiente, mentre che la parte liquida viene spremuta dalla prima, e si raccoglie allo intorno di essa; questa divisione del crassamento dal siero, molto rapida da principio, non finisce completamente che al termine di 12 a 48 ore nell'uomo (*Frey*). La massa totale del crassamento si presenta intensamente colorata negli strati inferiori, appunto perchè ivi si raccolgono i globuli rossi, che sono molto pesanti, ed è di un colore rosso sbiadito, cioè bianco-roseo (*crosta lardacea* o *flogistica* degli Antichi) negli strati superiori, ove trovasi quasi sola la fibrina coagulata con molti globuli bianchi. Lo spessore di questo strato superiore bianchiccio varia sopratutto secondo il tempo che mette il sangue a coagulare, ed è appunto in ragione diretta della durata di questo tempo; quindi il sangue povero di fibrina, il sangue d'individui affetti da grave infiammazione, il sangue delle donne gravide, ed infine il sangue di varii animali, come il Cavallo, mettendo molto tempo a coagulare, si ha una *crosta* o *cotenna* alquanto considerevole.

Se nel mentre esce il sangue dai vasi, e si versa in un recipiente, lo si sbatte ben bene con delle bacchettine di legno, si vede depositarsi su queste ultime una massa fioccosa, rossiccia, la quale lavata ripetutamente con acqua distillata, per allontanare i globuli e il pigmento, diviene biancogrigiastra; la parte liquida che rimane consta di siero e di globuli, ed ha perduta interamente la proprietà di coagulare. Questa massa fioccosa è la così detta *fibrina* del sangue, che si rapprende o meglio *coagula* in fiocchi bianchi, elastici, tenaci, e che da Muller, Robin, Verdeil ec. fu ritenuta come un corpo albuminoide speciale, preformato nel sangue. *Denis* (di Commercy) disse la *fibrina* prodursi nella coagulazione per lo sdoppiamento della *plasmina*, la quale secondo lui si sarebbe trovata nel sangue nella proporzione di circa 26 p. 1000; la plasmina era solubile, e nel sangue uscito dai vasi si sdoppiava in 3 a 4 parti di *fibrina concreta*, che si precipitava, e in 22 a 23 parti di *fibrina solubile*, che rimaneva disciolta nel siero, assieme a circa 53 per 1000 di albumina (*serina*).

Recentemente la *fibrina* secondo Schmidt ed altri Autori non si troverebbe preformata nel sangue, come gli altri principii, invece risulterebbe dalla unione di due altre materie albuminoidi, l'una detta *fibrinogeno*, che si trova in discreta copia nel sangue allo stato liquido, allorchè quest'ultimo è in piena attività, e l'altra detta *fibrinoplasto*, cioè una sostanza iden-

Digitized by Google

tica alla paraglobulina, e che proviene appunto dai globuli del sangue (1). Nelle condizioni normali di vita il fibrinoplasto, proveniente dal disfacimento dei globuli, viene continuamente separato dal fibrinogeno, e questo sopratutto per virtù delle glandule sanguigne, (ove in generale si accumolano i prodotti di disfacimento dei globuli rossi del sangue), o pure le pareti vasali altererebbero in modo il fibrinoplasto da fargli perdere ogni influenza sul fibrinogeno, o finalmente le pareti vasali per gli elementi contrattili che contengono influirebbero incessantemente sulla produzione e in pari tempo sulla distruzione del fibrinogeno (*Bernard, Schmidt*); invece allorchè molti globuli (i quali hanno vita breve e sono molti labili e caduchi di costituzione) si disfano nel sangue *soffermato*, *effuso* nel corpo, od *estratto dai vasi* (e le condizioni esterne spesse facilitano questo pronto disfacimento) il fibrinoplasto in tal caso operando presso a poco come un fermento sul fibrinogeno che si trova nel plasma, ne induce la coagulazione, e il siero che rimane allo intorno del coagulo è capace di far coagulare ancora molt'altro fibrinogeno, sia del sangue che di altri liquidi dell'economia, e ciò perchè sempre vi rimane disciolto del fibrinoplasto.

La coagulazione del sangue viene accelerata e ritardata per diverse circostanze; viene ritardata dall'azione degli alcali, che tengono in dissoluzione gli albuminoidi, dalla grande abbondanza di ac. carbonico nel plasma, ed infine da una particolare influenza delle pareti vasali; queste ultime, come già intravide *Cooper* e come poi ha dimostrato *Brücke*, restando in contatto del sangue ne impediscono od almeno ne ritardano di molto la coagulazione, infatti estirpato in un animale vivo il cuore od un un grosso vase ripieno di sangue e mantenuto il preparato in uno spazio umido, si vede come il sangue conserva la sua fluidità, per molte ore, se venne tolto da un'animale omeoterno, e per molti giorni se apparteneva ad un'animale poechilotermo (il cuore di Testuggine riesce bene per questo esperimento); non appena poi una goccia di sangue vien fuori da questi serbatoi naturali, immediatamente coagula. Una tale virtù importantissima delle pareti vasali si perde alquanto tempo dopo la morte, onde nei vasi del cadavere il sangue d'ordinario si trova coagulato; la stessa virtù delle pareti vasali si riscontra nella parete dei linfatici e nelle membrane sierose in generale (*Lister*).

(1) Facendo passare una corrente di CO^2 nel plasma ematico allungato con 10 vol. di acqua ghiacciata, si precipita in piccoli fiocchetti tutto il *fibrinoplasto*; quando la precipitazione cessa, si toglie il precipitato, e nel liquido si fa passare di nuovo molto CO^2 e per molto tempo, si forma prima una spuma e poi un deposito di grosse masse bianche, dense, aderenti alle pareti, e che costituiscono il *fibrinogeno*. Se queste due sostanze si sciolgono in liquidi leggermente alcalini e si mescolano, immediatamente si avrà la coagulazione. Se il fibrinoplasto si aggiunge ai liquidi delle cavità sierose, immediatamente produce la coagulazione di tutto il fibrinogeno in essi contenuto (*Hardy*), od almeno l'accelera. Il *fibrinoplasto* precipitato, disseccato e conservato, anche dopo molto tempo presenta il suo potere coagulatore (*Huxley*).

La coagulazione del sangue viene invece accelerata dal contatto dell' aria, (tanto che talvolta il sangue può rimanere liquido nei vasi del cadavare, e coagulare soltanto allorchè arriva in contatto dell' ossigeno dell' aria (*Frey*), ciò non pertanto il sangue coagula anche nel vuoto), dall' agitazione, dalla forma del getto in sottili zampilli, dalla scabrezza delle superficie colle quali il sangue viene in contatto, dall'azione di corpi estranei introdotti nei vasi, dalla corrente elettrica, ed infine da un moderato aumento di temperatura; se il sangue nell' uscire dai vasi si porta ad una temperatura molto bassa, gela, ma poscia facendolo fondere, lentamente coagula. Il sangue poi in talune condizioni non coagula, come ad es. il sangue della menstruazione, il sangue delle vene epatiche, ed il sangue degl'individui morti fulminati (*Frey*).

La coagulazione del sangue si appartiene alla classe dei fenomeni alquanto oscuri dell'organismo, il fatto, come fatto, di per sè è chiarissimo, ma l' interpretazione rimane sempre due dimande a fare, quali sono: 1ª perchè il sangue venuto fuori dai vasi coagula, e 2ª perchè il sangue in circolazione non coagula?—Alla prima si può dare *per ora* una risposta alquanto soddisfacente mediante la dottrina di Schmidt, ammettendo cioè che la fibrina risulti dalla combinazione od influenza scambievole dei suoi due componenti; invece alla seconda dimanda si risponde colla influenza delle pareti vasali, la cui *essenza* è attualmente abbastanza dubbia.

Il *siero* del sangue che viene spremuto dal crassamento presenta una densità di circa 1.028, ed ha su 1000 la seguente composizione: acqua 905, albumina 80, grassi 2, sostanze estrattive e zuccherose 4, sali 9.

L' albumina del siero è albumina pura, tenuta disciolta dagli alcali, che dánno appunto una leggiera reazione alcalína a questo liquido; quest' albumina trovandosi in copia considerevole nel siero, ne viene che quando questo si riscalda a circa 70.° si rapprende tutto in una massa solida, che non cade, anche capovolto il recipiente. I corpi grassi possono essere grassi neutri e loro derivati, grassi saponificati, acidi grassi, colesterina e prodotti del protagono; questi grassi aumentano di molto nel tempo dell' assorbimento intestinale, per cui il siero diviene torbido. Le sostanze estrattive e azotate cristallizzabili del siero sono: la creatina, la creatinina, l' ipoxantina, la xantina, l' ac. urico e l' urea (le quali ultime sostanze possono penetrare nel sangue come prodotti della ossidazione dei tessuti, e possono penetrarvi per riassorbimento dai reni); il glucosio si trova costantemente nel sangue, e vi arriva sia dal fegato, che dall'alimentazione; il pigmento giallastro del siero deriva dalla ematina ed è analogo al pigmento dell' urina. Infine i sali sono rappresentati dal cloruro e carbonato di soda a preferenza, e poi da pochi fosfati e solfati alcalini e terrosi; su 100 parti di cenere del sangue in complesso di un' uomo di 45 anni si sono riscontrati i seguenti principii: cloruro di sodio 61.99, soda 2.03, potassa 12.70, calce 1.68, magnesia 0.99, ossido di ferro 8.06, ac. fosfori-

co 9 36, ac. solforico 1.70, ac. carbonico 1.43, silice e perdite 0.06. Il sangue contiene una traccia di ammoniaca, che si volatilizza quando vien fuori dai vasi; a questo alcali Richardson voleva attribuire la proprietà di tenere disciolta la fibrina nel sangue.

Nel sangue, e massime nell'acqua del plasma, si trovano sciolti dei gas, cioè l'ossigeno, l'ac. carbonico e l'azoto, i quali in totalità raccolti nel vuoto rappresentano circa la metà dell'intero volume del sangue, val dire che da 10 c. c. di sangue si possono estrarre poco meno di 5 c. c. di gas. I gas del sangue, come si vede, sono gli stessi dell'aria, ma in proporzioni del tutto diverse; così mentre l'aria contiene circa $^4/_5$ di azoto, $^1/_5$ di ossigeno ed una traccia di ac. carbonico, i gas del sangue sono costituiti in media da $^2/_3$ di ac. carbonico, poco meno di $^1/_3$ di ossigeno, ed appena $^1/_{10}$ di azoto. Bisogna qui notare che il sangue contiene più di gas ossigeno che non ne potrebbe contenere l'acqua alla stessa temperatura e pressione; ciò dipende dalla presenza dei globuli, giacchè il plasma per sè non può assorbire più ossigeno dell'acqua, e perchè è dimostrato che una soluzione di emoglobulina assorbe prontamente molto ossigeno, mutandosi in ossi-emoglobulina (*Huxley*). Si vedrà in seguito come sopratutto dalla variazione nelle quantità relative dei gas nel sangue, e da altri caratteri secondarii dipende la differenza fra le due qualità di sangue, che esistono nel corpo, cioè il sangue *arterioso* ed il sangue *venoso*.

Conchiudendo adunque sull'*analisi chimica del sangue*, si ha che per una quantità di sangue eguale a 100 vi si trovano circa 79 parti di acqua e 21 di materie solide secche, delle quali ultime 12 soltanto appartengono ai globuli, e le 9 parti che restano sono costituite da 6.7 di albumina, coagulabile pel calore, e da 2.3 di tutto il resto, cioè fibrina, grassi, zucchero, sostanze amidiche e sali. Ciascuno vede da ciò che la *fibrina* si trova nel sangue in piccola quantità, quantunque abbia una grande importanza per l'atto della coagulazione; infatti il sangue normale nel coagularsi non ne dà che 2 a 3 per 1000 (*Huxley*).

Quantità del sangue — Il sangue nell'uomo, secondo i risultati più concordi degli Autori, rappresenta circa $^1/_{13}$ del peso di tutto il corpo; di tal che in un'uomo adulto del peso di circa 70 kilogr., la massa totale del suo sangue sarebbe di circa 6 kilogr. Spesso questa quantità può trovarsi in aumento ed in deficienza, il primo caso si avvera normalmente dopo l'assorbimento intestinale, dopo la ingestione di molta bevanda acquosa ecc., ma l'aumento relativo della massa del sangue dura poco, riducendosi subito nei limiti normali per le secrezioni, escrezioni, evaporazione ecc. Il caso d'impoverimento di sangue è patologico, e quando giunge ad un certo punto costituisce l'*anemia*, la quale può stabilirsi d'un subito e con grave pericolo dell'individuo in seguito a profusa emorragia; i casi letali di anemia, si rimediano (quando le condizioni dell'individuo lo

permettono) mercè la *trasfusione del sangue*, cioè a dire nella vena dell'uomo anemico, ad es. nella vena mediana comune dell'avambraccio, si fa arrivare mediante un tubo di cautchouc, pieno di soluzione alcalina e terminante con un tubicino di vetro ad oliva, il sangue dall'arteria carotide di un'animale mammifero, sangue però che abbia i globuli rossi eguali o più piccoli di quelli dell'uomo (ad es. la Pecora); quando il polso si è rinvigorito e l'individuo respira sufficientemente bene, allora si toglie il tubo e si medica la piccola ferita. Se poi non si può disporre di un'animale, e si presta invece un'altro uomo robusto, allora a quest'ultimo si pratica un sufficiente salasso, il sangue venoso si sbatte (cioè si defibrina e si carica in pari tempo di ossigeno), e poscia con una siringa s'inietta nella vena dell'individuo anemico.

Per conoscere la quantità di sangue in un'animale vi sono diversi metodi, ma nessuno privo d'inconvenienti, giacchè in alcuni casi è difficile estrarre proprio tutto il sangue da un'animale, ed in altri spesso assime al sangue si etraggono pure i liquidi interstiziali dei tessuti.

1° Si pratica un piccolo salasso all'animale; del sangue estratto si conosce il volume ed il residuo solido dopo la evaporazione. Indi si dissangua l'animale, si dilava accuratamente il cadavere con acqua distillata, e di tutta questa massa liquida raccolta si conosce il residuo solido dopo l'evaporazione. È facile ora con una semplice proporzione conoscere la massa totale di sangue appartenente all'ultimo residuo solido; secondo *Weber* e *Lehmann*, che operarono sui giustiziati, questa quantità sarebbe $^1/_8$ del peso totale del corpo.

2° Con quest'altro metodo, conosciuta la quantità di sangue che viene spinta dal cuore in ogni sistole, e conosciuto il numero delle sistoli cardiache necessario perchè quella data quantità di sangue ritorni al cuore (durata di un intero circolo), si può giungere a sapere quanto sangue esiste nel corpo; questa quantità secondo *Vierordt* sarebbe negli animali omeotermi circa $^1/_{35}$ del peso del corpo.

3° Si pratica un salasso ad un'animale, e se ne nota la proporzione centesimale di acqua; indi s'inietta una determinata quantità di acqua distillata nella vena, e dopo alquanto tempo si ripete il salasso e si nota la proporzione centesimale di acqua. Tenendo conto della quantità di acqua iniettata e del grado di diluzione della prima e della seconda quantità di sangue, si può conoscere la quantità totale di sangue dell'animale, la quale secondo *Valentin* sarebbe $^1/_8$ del peso del corpo.

4° In quest'ultimo metodo in luogo della *diluzione* si tiene conto della *colorazione*. Si fa un salasso, ed il sangue estratto si conserva a parte; indi si dissangua l'animale, si dilava il cadavere e si riunisce tutto il liquido raccolto; ciò fatto si prende il sangue del salasso e si porta mediante acqua allo stesso grado di colorazione attenuata del liquido raccolto col lavamento. È facile ora stabilire la proporzione, cioè conosciuta la quan-

tità di sangue portata al dato grado di colorazione, si conosce l'altra quantità maggiore di tutto il corpo, che si è dovuta portare allo stesso grado di colorazione. Con quest'ultimo metodo *Welcker* e *Bischoff* trovarono che il peso della massa del sangue, contenuta nel corpo di un'uomo adulto, rappresenta $^1/_{13}$ a $^1/_{11}$ del peso del corpo.

§ 3° — *Corso e direzione del sangue.*

Il sangue si trova nel corpo umano in continuo movimento di circolazione, esso riceve la *spinta* dal cuore e la *direzione* dal sistema valvolare.

Tutto il sangue che ritorna dalla circolazione del corpo, il così detto sangue *venoso*, si versa per le due vene cave nel seno destro del cuore; le pareti di quest'ultimo contraendosi spingono il sangue nel ventricolo destro sottostante, e quest'ultimo a sua volta venendo in contrazione lo spinge nell'arteria pulmonare, la quale porta il sangue *venoso* al pulmone perchè ivi in contatto dell'aria divenisse *arterioso*. Il sangue *arterioso* dal pulmone torna al cuore per le quattro vene pulmonari, e si scarica direttamente nel seno sinistro, ove subendo la pressione delle pareti muscolari che si contraggono, scende nel ventricolo sinistro; dal ventricolo sinistro poi viene spinto per l'aorta in tutta la grande circolazione, passando cioè prima dalle grandi alle piccole arterie, e poi per i capillari. In quest'ultimo sistema, neutro od intermediario, il sangue serve a nutrire e a far respirare gli elementi cellulari del corpo, compie cioè cogli stessi lo scambio materiale liquido e gassoso, caricandosi in pari tempo di tutti i principii escreabili o deleterei degli atessi elementi; il sangue per ciò nei capillari da *arterioso* diviene *venoso*, e quindi s'incammina per le vene, percorrendo prima le piccole vene, indi le grandi, ed infine mediante i due tronchi venosi, già accennati, cioè le due v. cave, ritorna al cuore.

Il corso del sangue, come si è detto innanzi, ha sempre una *direzione determinata*, e ciò per il sistema delle valvole. Le valvole cuspidali, che si trovano agli ostii atrio-ventricolari, servono a che il sangue sceso nel ventricolo non possa rifluire nell'atrio; le valvole a saccoccia od arteriose servono ad impedire al sangue il ritorno dai tronchi arteriosi al cuore; infine le valvole delle vene impediscono che il sangue, che ha raggiunto i tronchi, ritorni ai rami.

La *forza* principale che mantiene il sangue in movimento si è appunto il cuore, e proprio il miocardio, di cui si conosce il lavoro meccanico, e che compie da sè solo l'ufficio di pompa aspirante e premente; pompa premente sulle arterie, e pompa aspirante sulle vene. Le arterie colla loro retrattilità e contrattilità rappresentano la seconda forza che sollecita il sangue a circolare; esse dilatate ed allungate ritmicamente dalla nuova onda di sangue che sopraggiunge, ritornano sopra sè stesse appunto per la ela-

sticità delle loro tuniche, coadiuvata dalla contrattilità delle stesse, e sospingono così il sangue verso i capillari.

Le altre *forze* poi, che coadiuvano queste due principali, si possono ridurre a tre, cioè: 1ª i movimenti respiratorii, 2ª le contrazioni muscolari e 3ª l'attrazione del plasma nutritivo del sangue operata dagli elementi cellulari. I primi operano attivamente, dappoichè mentre nella inspirazione viene aspirato il sangue dalle grosse vene che entrano nel petto, nella espirazione invece viene scacciato il sangue dalle grosse arterie che escono dal torace. I muscoli del corpo, massime quelli degli arti, contraendosi spesso ed energicamente, riescono ad accelerare la circolazione, dappoichè i ventri carnosi accorciandosi ed ingrossandosi comprimono le vene che sono nel mezzo, ed il sangue di queste non potendo, per le valvole, rifluire verso la periferia, viene spinto verso i tronchi venosi. Finalmente gli elementi cellulari dei tessuti, attraendo attivamente (per lo scambio osmotico) il plasma nutritizio essudato da capillari, accelerano il corso del sangue in questi ultimi.

§ 4° — *Velocità e pressione del sangue nei vasi.*

Velocità del sangue (*Emodrometria*) — Il sangue corre nei vasi con una data velocità, cioè percorrendo un dato spazio in un dato tempo; questa velocità è varia nelle diverse sezioni dell'apparecchio vasale, e si misura mediante i così detti *emodrometri*.

L'*emodrometro di Volkmann* consiste in un tubo di vetro (del diametro presso a poco eguale a quello del vase sanguigno) ripiegato ad U capovolto e munito di una scala graduata; questo tubo, ripieno previamente di una soluzione alcalina perchè il sangue non coaguli, si innesta mediante i due suoi estremi al moncone centrale ed al moncone periferico di un'arteria o vena qualunque; permettendo al sangue di entrare nel tubo, bisogna con un'orologio a secondi notare il tempo che l'estremo della colonna rossa impiega a percorrere tutto il tubo (*T. VII.*); Albini considerando che in questo emodrometro si sostituisce un tubo rigido ed inelastico al vase sanguigno che è oltremodo elastico, adopera invece un tubo di cautchouc, grosso quanto il vase e lungo un metro, il quale tubo s'innesta nell'arteria mediante tubulini di vetro ad oliva (*T. VII*).

Ludwig ha adoperato recentemente un'altro apparecchio, destinato al medesimo scopo. È una specie di sifone di vetro di cui le due branche sono dilatate ad ampolla in prossimità dei loro estremi, e questi s'introducono nei due monconi del vase sanguigno reciso; la branca del sifone la più vicina del cuore (nel caso di un'arteria) contiene dell'olio d'uliva, l'altra branca invece contiene sangue defibrinato dello stesso animale. Allorchè la corrente del sangue penetra nel tubo, scaccia l'olio nella seconda

branca del sifone, e quindi il sangue defibrinato nel moncone periferico del vase; essendo nota la capacità delle ampolle, si può dedurre dal tempo che mette l'olio a essere scacciato la massa di sangue che traversa l'arteria in un dato tempo (*Wundt*).

L'*ematacometro di Vierordt* consiste in una piccola cassetta trasparente, la quale mediante due tubulini di congiunzione si sostituisce ad una parte dell'arteria; in questa cassetta oscilla un pendolo, che la corrente di sangue devia tanto di più per quanto più è rapida; dal grado di deviazione, che si misura su di un quadrante, si può calcolare la velocità del sangue (*T. VII*).

Chaveau ha inventato recentemente un'*emodromografo*, col quale su di una sola lista di carta vengono tracciate due linee, una indicante la *velocità* e l'altra il *polso*.

Allorchè si tratta di conoscere la velocità del sangue nei capillari, bisogna avere il microscopio, il micrometro e l'orologio a secondi; nel microscopio armato di micrometro si dispone la parte trasparente di un'animale (p.e. membrana natatoria della rana, coda del girino, mesenterio ec:), e si nota che tempo impiega un globulo sanguigno a percorrere un certo numero di divisioni del micrometro (*E. H. Weber*).

La velocità del sangue varia per diverse circostanze; essa in generale aumenta in ragione inversa dell'ampiezza dei tubi. Il letto vasale offre diversa ampiezza secondo le sue varie sezioni, così mentre nelle arterie è molto stretto, nelle vene acquista circa il doppio di ampiezza (anche per le v. cave rispetto all'aorta), e nei capillari diviene assai più largo (*Tav. VII.*); è naturale quindi che il sangue, data eguale la forza spingente, debba correre con maggiore velocità nelle arterie, con minore velocità nelle vene, e con minima velocità nei capillari. Oltre a questa considerazione generale, vi sono delle cagioni che rallentano la velocità del sangue ed altre che l'accrescono.

Le prime sono: 1.ª l'essere il sangue vischioso e ricco di globuli, 2.ª la contrazione spastica che talvolta può stabilirsi nelle piccole arterie, 3.ª gli angoli, le ricorrenze e le flessuosità dei vasi sanguigni, 4.ª l'attrito del sangue contro la parete vasale, onde al microscopio si vede che i globuli periferici sfilano nei vasi sempre più lenti dei globuli centrali, 5.ª infine si annovera anche la gravità, sopratutto per le parti declivi del corpo, ove il sangue tende sempre a ristagnare nelle vene, ma in un sistema di canali chiusi vi è equilibrio da per tutto, e la gravità viene subito controbilanciata dalla tensione elastica delle pareti; ora se si notano le *varici* nelle parti declivi del corpo (gambe, ano), ciò tiene allo sfiancamento della parete venosa, cioè alla diminuita tensione elastica normale.

Le forze poi che accrescono la velocità del sangue sono: 1.ª la gagliardia e la frequenza delle sistoli cardiache (durante la sistole cardiaca la velocità nelle arterie arriva al massimo, e nella diastole al minimo), 2.ª la

rapidità e l'energia della retrazione delle pareti arteriose, e 3.ª le forze coadiuvanti il cuore, tra le quali a preferenza le contrazioni muscolari.

I valori otteuuti dagli Autori circa la velocità del sangue, nelle diverse sezioni dell'apparecchio vasale di varii mammiferi, valori che si potrebbero senza dubbio appropriare anche all'uomo, sono i seguenti:

Volkmann trovò su di un Cane la velocità nella carotide in media di 300mm al 1", velocità che fu calcolata nell'aorta di 400mm; nell'a. crurale la velocità era di 160mm, e nelle arterie metatarsee del Cavallo giungeva a 56mm. Sul Cane Volkmann trovò la velocità nella giugulare di 225mm in media (1). Infine secondo Weber la velocità del sangue nei capillari della coda del girino sarebbe di 0mm,57 al 1"; e secondo Volkmann la velocità nei capillari del mesenterio del Cane sarebbe in media di 0mm,8 al 1".

Velocità dell' intero circolo, o durata di una circolazione totale — Non tutti i circoli sanguigni del corpo sono eguali, ve ne ha dei brevissimi, dei medii e dei lunghissimi, ciò che dipende, com'è naturale, dallo sviluppo della parte del corpo irrorata; quindi è che per conoscere direttamente il tempo che impiega una molecola di sangue da che entra in una cavità del cuore fino a che ritorna proprio alla stessa cavità, bisogna scegliere un circolo di media lunghezza, ad es. quello del capo. A tal'uopo nella vena giugulare destra di un cane s'inietta verso il cuore un poco di prussiato giallo di potassa, e poi immediatamente si apre di tanto in tanto (ogni 5") la giugulare del lato opposto, raccogliendo poco sangue per volta in appositi piccoli recipienti, ben distinti ed ordinati con numeri, che indicano il tempo della estrazione del sangue dalla fatta iniezione. Dopo aver raccolto più volte delle piccole quantità di sangue, queste si vanno saggiando l'una dopo l'altra col percloruro di ferro, fino a trovarne una in cui si forma il noto precipitato azzurro; la ricomparsa del reattivo indica il termine della durata di un'intera circolazione (*Hering*).

Vierordt adopera un metodo *indiretto* che consiste nel tener calcolo della quantità di sangue che scaccia il cuore ad ogni sistole (*valore sistolico* dei ventricoli), e paragonarla alla quantità di sangue di tutto il corpo; conoscendo quindi il numero delle sistoli necessario perchè tutto il sangue del corpo passasse pel cuore, si può conoscere, fino ad un certo punto, la durata di una intera circolazione.

Secondo Vierordt la durata di un'intero circolo sarebbe *in media* di 31",5 nel Cavallo, di 23",1 nell'Uomo, di 16",7 nel Cane, e di 7",4 nel Coniglio (in generale nei piccoli animali come cresce la frequenza del polso cresce pure la velocità totale del sangue. Presso tutt'i mammiferi la *durata media* di un'intera circolazione comprende 26 a 28 battiti cardiaci; quindi

(1) Albini trovò col suo emodrometro che nel Cane la velocità del sangue nella carotide era di 310mm al 1", e nella v. giugulare corrispondente era di 140mm al 1".

nell' uomo sarebbe di circa ½ minuto primo. Questi risultati sono concordi con quelli di Hering, il quale trovò che un' intera circolazione fra le giugulari durava appunto 25″ a 30″.

Pressione del Sangue — (*Emodinamometria*) — Il sangue circola operando incessantemente una pressione sulle pareti dei vasi che lo contengono, questa pressione varia pei diversi punti dell' apparecchio della circolazione, e varia pure in uno stesso punto secondo diverse circostanze. I mezzi per misurare la pressione del sangue diconsi *emodinamometri*.

Hales, lo stesso che misurò la pressione della linfa nelle piante, fu il primo a misurare la pressione del sangue nei vasi. Egli adoperava un tubo di vetro verticale del diametro del vase sanguigno, alto poco più di due metri, questo tubo veniva messo in comunicazione coll' arteria mediante un altro piccolo tubo a *T*; allorchè si faceva correre il sangue nel tubo verticale, la colonna ascendeva (ad es. per la carotide del Cane) all' altezza di 2 metri, e questa colonna di sangue esprimeva appunto la pressione esercitata dal sangue sulla parete vasale.

Poiseuille si avvalse invece del manometro a mercurio ad aria libera, affine di risparmiare complicazione ed estensione di apparecchio; innestando una branca del manometro od emodinamometro all' arteria, il sangue vi corre, ed il mercurio si eleva nella branca libera; il grado di elevazione del mercurio dice appunto la pressione del sangue.

Ludwig ha reso grafico il manometro di Poiseuille, cioè ha messo sulla colonna libera di mercurio un cilindretto di ferro a mo' di galleggiante, che porta un pennellino scrivente su di un tamburo girante. Questo tamburo compie un' intero giro sul suo asse verticale in un tempo determinato, ad es. in 1′, e porta tante linee di divisione, alcune orizzontali, ed altre verticali, le prime indicano i gradi di pressione e le seconde i diversi tempi dell' esperimento. Dippiù lo stesso Ludwig ha innestato il manometro all' arteria mercè tubi particolari che portano il suo nome, e che si uniscono proprio ad angolo retto coll' arteria (*Tav. VII*).

Questo apparecchio grafico, detto *Kimografo*, presenta degl' inconvenienti nel mercurio, il quale è molto pesante, e poi una volta mosso seguita ad oscillare per conto proprio; per tal ragione *Fick* ha introdotto nell' emodinamometria una specie di manometro metallico (secondo Bourdon), cioè un tubo a sezione ellittica, a pareti sottili, piegato a *C*, il quale mentre con un' estremo fisso si pone in comunicazione coll' arteria, coll' altro estremo mobile e chiuso scrive, mediante un parallelogrammo di leve, su di una carta girante; aumentando la pressione interna di questo tubo, la sua curva si dispiega, e viceversa se la pressione diminuisce, nel primo caso il pennello sale, e nel secondo scende, e così si ha la stessa linea sulla carta, come nel manometro di *Poiseuille*.

Per misurare la pressione del sangue si può fare uso pure dello *sfigmografo del Marey*.

Le leggi che regolano la pressione del sangue sono le seguenti: 1ª la pressione varia nei diversi vasi, diminuendo sempre a misura che si va dalle arterie verso le vene, tanto che per queste ultime bisogna adoperare un manometro non pieno di mercurio, ma pieno di soluzione alcalina; ed è appunto per questa diminuzione progressiva di pressione nell'apparecchio vasale che si stabilisce una corrente nel grande circolo dal punto di maggior pressione, qual'è l'origine dell'aorta, verso il punto di minor pressione, cioè il seno destro (Weber); aprendo contemporaneamente con un salasso un'arteria od una vena in un'animale vivo, si nota che il sangue esce dalla prima a zampilli alti, e dalla seconda a gocce ed a rivoli lenti; nei capillari la pressione, quantunque non si possa misurare, pure si ritiene costante, giacchè ivi la corrente va innanzi in un modo continuo e regolare (1); 2.ª la pressione del sangue varia per i movimenti del cuore e della respirazione, infatti la linea tracciata dal kimografo non è retta, bensì presenta delle grandi ondulazioni, ciascuna delle quali è costituita da piccole oscillazioni; le prime sono dovute ai movimenti respiratorii, aumentandosi la pressione nella espirazione e diminuendo nella inspirazione, le seconde invece tengono ai movimenti del cuore, giacchè la pressione aumenta nella sistole e diminuisce nella diastole ventricolare; le prime sono circa 20 in 1′ (per un grosso cane) e le seconde da 60 a 70 e coincidono col polso arterioso; se si studia la pressione del sangue col tubo di Hales, si possono anche ad occhio nudo seguire le grandi e le piccole oscillazioni della colonna sanguigna; 3ª la pressione del sangue subisce oscillazioni pei moti cardiaci soltanto nelle grandi e medie arterie, invece nelle piccole arterie le oscillazioni sono pressochè insensibili; 4.ª la pressione aumenta coll'aumentare gli ostacoli alla libera circolazione, così premendo sull'aorta addominale nell'animale durante l'esperimento, si vede subito il pennello segnare un grande aumento di pressione; 5.ª nelle vene la pressione del sangue è molto scarsa, e le sue oscillazioni dipendono soltanto dai moti respiratorii e non già dai moti cardiaci; 6.ª nelle grosse vene che entrano nel torace si ha d'ordinario pressione negativa nei movimenti di inspirazione, ed il liquido invece di elevarsi si abbassa nella branca libera del manometro; 7.ª la pressione del sangue non è affatto in ragione diretta della sua velocità, che anzi rallentando in un vase qualunque la velocità del sangue se ne aumenta la pressione; invece è in ragione diretta della quantità di sangue e della frequenza e forza della sistole cardiaca.

I risultati delle esperienze sulla pressione del sangue sono i seguenti:

Arterie — Per l'Uomo nell'a. brachiale la pressione (misurata sugli

(1) La pressione nei capillari finisce di essere costante quando la resistenza delle pareti arteriose contro la pressione del sangue diminuisce; in tal caso le arterie si dilatano (ad es. in seguito al taglio dei nervi vasomotori), e l'onda pulsatile si propaga dal cuore fino ai capillari.

amputati) oscilla fra 110 e 120mm di mercurio (*Faivre*), e nell'aorta si calcola a 250mm. Pel Cavallo nella carotide la pressione oscilla fra 214 e 321mm, pel Cane fra 170 e 190mm, pel Coniglio fra 50 e 90mm (*Ludwig*); *Beutner* e *Ludwig* trovarono pel Coniglio la pressione media nelle arterie pulmonari di 22, pel Gatto di 17, e pel Cane di 19mm di mercurio.

Vene — Pel Montone nel tronco venoso brachio-cefalico sinistro e nei suoi due rami (giugulare e succlavia) *Jacobson* trovò una pressione *negativa* media di 0,1 a 0,6mm; nella v. giugulare destra una pressione *positiva* di 0,2mm; nella vena brachiale di 4,1mm; nella vena crurale di 11,4mm di mercurio.

§ 5.° — *Circolazione della Linfa.*

La *linfa* rappresenta il liquido essudato dai vasi sanguigni e superfluo alla nutrizione dei tessuti, liquido che, assorbito dai tessuti stessi mercè un sistema circolatorio speciale, si arricchisce per via di altri principii, sopratutto di elementi morfologici, e poi si scarica direttamente nel sangue.

L'apparecchio della circolazione linfatica si compone di radici o di origini, che si trovano sparse da per tutto nel corpo, di vasi piccoli, medii e grandi, e finalmente di tronchi che si aprono nei vasi sanguigni. L'origine dei vasi linfatici trovasi tuttora in questione, giacchè alcuni la crederebbero a mo' di una rete sottilissima e chiusa, ovvero ad anse, come nelle mucose, nella pelle, nei villi ec.; altri, come Hunter, la credevano a mo' di canalini aperti e beanti con boccucce sia in mezzo ai tessuti ed organi, che alle superficie del corpo; ed altri infine, e sono i più, ritengono l'origine dei linfatici non essere altro che gli spazii lacunari od i canali umoriferi del connettivo (*Recklinghausen, His, Rouget* ec.), il quale è il tessuto più diffuso per il corpo; è certo però che le primitive reticelle linfatiche nelle superficie (esterna ed interna) del corpo sono così superficiali da rendersi sotto-epiteliali, laonde quando si deposita sulla pelle o su di una mucosa una sostanza molto solubile e sciolta nell'acqua, l'è come a deporla sulle origini dei linfatici, e perciò il rapido assorbimento; in una parola la sostanza è *inoculata*, e si mescola alla linfa per versarsi con essa nel torrente della circolazione (*Küss*). Dopo l'origine i linfatici cominciano a presentare pareti proprie, le quali nei canali più grossi constano di epitelio fusiforme allo interno, di avventizia allo esterno, e di una tunica media risultante di connettivo, di fibre elastiche, e molto più di fibre muscolari lisce. I vasi linfatici, al pari delle vene, presentano di tratto in tratto una coppia di valvole a saccoccia, le quali determinano il corso della linfa, o meglio impediscono che la linfa raccolta nei tronchi graviti su quella delle radici.

Tutt' i linfatici del corpo, appartenenti alla metà inferiore del tronco, agli arti inferiori, all'arto superiore sinistro e metà del torace, della testa e del collo corrispondente, ai visceri dell'addome e del petto si riuniscono

in un solo tronco, che è il *dotto toracico*, il quale sbocca nella v. succlavia sinistra, e proprio nella sua unione colla v. giugulare; i linfatici invece della metà destra del torace, dell'arto superiore destro, e della metà del capo e del collo a destra si riuniscono in un dotto molto corto, detto *gran vena linfatica*, la quale si apre nella v. succlavia destra (*Tav. VIII*).

Il sistema linfatico presenta delle appendici *sierose* e delle appendici *leucocitogene;* le prime costituiscono appunto le cavità sierose chiuse (peritoneo, pleure, pericardio ec.), le quali mercè alcuni minutissimi forellini detti *pori* o *stomi*, esistenti fra le loro cellule epiteliali comunicano direttamente con i vasi linfatici (molti Autori han visto penetrare del latte, dei granuli pigmentali ec. nei *pori* del peritoneo esistenti sotto il centro frenico); oltre a ciò le sierose nel loro tessuto connettivo sottoepiteliale presentano un reticolo finissimo di vasi linfatici superficialissimo, che vien separato dalla cavità soltanto per l'unico strato sottile di cellule epiteliali; con questi dati anatomici (oltre al sottile reticolo vasale sanguigno) si spiega subito la *rapidità* dell'assorbimento di prodotti solubili iniettati nei cavi sierosi (1). Le appendici *leucocitogene* poi sono, il connettivo adenoide sparso in molte parti del corpo, i follicoli linfatici solitarii ed agminati del canale digerente e di altre mucose, le tonsille e le glandule linfatiche.

Le *glandule linfatiche*, dette pure ganglii linfatici, si trovano sul decorso dei vasi linfatici tanto superficiali che profondi; sono dei piccoli corpi bianchi amigdaliformi aggruppati in più punti del corpo, come nei cavi flessorii degli arti, nel collo, nel petto, in vicinanza dei grossi bronchi, nell'addome, e particolarmente nel mesenterio, ove, come già si è detto, sono in connessione con una sezione speciale di vasi linfatici, destinata a compiere l'assorbimento intestinale, cioè i vasi chiliferi. Queste glandule risultano di una capsula di connettivo fibroso allo esterno, la quale manda verso lo interno tanti sepimenti, in guisa da dividere tutta la massa glandulare in tanti spazii, che si allogano verso la periferia (o sostanza corticale), e che contengono ciascuno un follicolo linfatico (*f. 61. T. II*). Questi follicoli linfatici, che sono molto grossi, constano di un sottilissimo reticolo di connettivo adenoide, ripieno nelle sue lacune di elementi cellulari bianchi, cioè di *leucociti*, in diverso stadio di sviluppo. In queste glandule penetrano i vasellini linfatici afferenti; essi giunti per la capsula nella sostanza corticale della glandula, si dividono e si ramificano in tanti seni linfatici, i quali circondano i singoli follicoli corticali; da questi seni perifollicolari emanano dei piccoli vasellini, i quali s'internano nel follicolo e si aprono nelle sue lacune; ivi la linfa proveniente dai tessuti si carica di molti leucociti, e poscia s'incanala per altri vasellini linfatici, che costituiscono

(1) I sieri cefalo-rachidiano, pleurico, pericardico, peritoneale ec. sono limpidi, contengono dei leucociti, ed estratti dall'animale vivo presentano dopo pochi minuti anch'essi la coagulazione, sulla quale l'aggiunta della paraglobulina o fibrinoplasto non ha alcuna influenza, sia per sollecitarla, che per aumentare il coagulo (*Albini*).

Digitized by Google

l'origine de' vasi efferenti, i quali sono sempre in numero minore degli afferenti, e se ne escono affasciati per l'ilo della glandula. Oltre a tutti questi elementi le glandule linfatiche hanno un sottilissimo reticolo di vasellini sanguigni nutritizii, che accompagnano il loro connettivo.

La *linfa* riempie costantemente i vasi linfatici dell'animale vivo; per averla pura, cioè come linfa che viene dai tessuti, non bisogna, massime dopo la digestione, estrarla dal dotto toracico, giacchè ivi può trovarsi mista al chilo, invece bisogna estrarla dai vasi linfatici (i chiliferi nello stato di digiuno trasportano linfa trasparente come i linfatici); il mezzo più spedito si è di mettere a nudo il fascio nerveo-vascolare del collo o degli arti presso al loro impianto sul tronco, e senza lacerare il connettivo, si comprimono con piccole pinzette successivamente diversi punti verso il centro, si vedrà subito rigonfiarsi uno o più linfatici fra la compressione e la periferia. Questi linfatici pieni di linfa si presentano come canaletti varicosi o bozzuti, flessuosi e trasparenti, che quanto più stanno compressi tanto più si gonfiano; allora sul più grosso fra essi si pratica un piccolo salasso, e vi s'immette un tubulino di vetro diretto colla estremità verso la periferia del corpo. La *linfa* che fluisce da questo tubulino (e fluisce in maggior copia dai vasi del collo sotto la irritazione del n. vago, *Albini*) è incolora o debolmente colorata in gialliccio-rossastro (colorazione che cresce quanto più la linfa sta all'aria, *Palladino*), appena appena torbida od opalina, la sua densità varia da 1,022 a 1.037 (*Hardy*), la sua reazione è leggermente alcalina; questo liquido al microscopio presenta in un plasma incoloro dei piccoli granuli adiposi, dei nuclei liberi e degli elementi cellulari bianchi caratteristici, detti *leucociti*, identici ai corpuscoli bianchi del sangue, cioè hanno un protoplasma granuloso ed un contorno scabro, sono trasparenti, privi di membrana, spesso muniti di nucleo o dotati di movimento amiboide (*f.60.T.II*). Non tutt'i leucociti della linfa però si presentano con queste proprietà, invece ve ne sono molti allo stato rudimentale od in via di sviluppo, ed altri in via di metamorfosi, cioè che stanno per divenire corpuscoli rossi del sangue; questa metamorfosi consiste, per quanto se ne sa, nella colorazione prima del nucleo, e poi del protoplasma, il quale diviene omogeneo e forma una sola massa col nucleo (per fare ricomparire quest'ultimo bisogna trattare il corpuscolo con ac. acetico, *Palladino*); quindi non è strano se immezzo ai leucociti spesso nella linfa si trovano pure globuli rossi del sangue (oltre quelli caduti dalla ferita e dal taglio dei *vasa vasorum*.

La *linfa* raccolta dai linfatici e lasciata in riposo, dopo pochi minuti coagula, cioè si riduce in una massa solida gelatinosa, che non cade dal recipiente capovolto (fatto che ha luogo molto più rapidamente per l'aggiunta di pochi globuli rossi del sangue, *Hermann*); ben presto questa massa si divide in una parte solida che si restringe nel centro (*crassamento*), ed in una parte liquida che si raccoglie allo intorno (*siero*); il crassamento con-

sta di fibrina coagulata e di corpuscoli linfatici, laddove che il siero contiene acqua, albumina, sostanze amidiche (*Wurtz* ha trovato l'urea nella linfa del Toro, Vacca, Capra, Cane, Montone, Cavallo, e sempre in proporzione maggiore che nel sangue, quindi anch'essa, come il sangue venoso, si carica dei prodotti riduttivi dei tessuti), zucchero, grassi e sali.

Secondo *Gubler* e *Quevenne* la linfa contiene circa 6 ½ per 100 di sostanze solide, ripartite nel modo seguente: fibrina 0.656, grassi 0.382, albumina, fosfati terrosi e ferro 4.275, sostanze estrattive e sali alcalini 1.300, acqua 93,387. *Rees* ha trovato la seguente composizione comparativa della *linfa* e del *chilo* in un'asino:

	chilo	*linfa*
Acqua	90,237	96,536
Albumina	3,516	1,200
Fibrina	0,370	0,120
Estratto solubile nell'acqua e nell'alcool	0,332	0,240
Estratto solubile nell'acqua sola	1,233	1,319
Sali (cloruri, solfati, fosfati, carbonati alcalini) Ossido di ferro	0,711	0,585
Grassi	3,601	tracce
	100,000	100,000

La *quantità di linfa* che percorre il canale toracico nella Vacca in 24 ore, secondo Colin, sarebbe in media di 92 litri. In generale la quantità di linfa cresce per quanto più è abbondante la trasudazione dal sangue è per quanto più è elevata la tensione dei fluidi parenchimali nei tessuti; per lo meno la linfa scorre da un vase linfatico tagliato tanto più con impeto per quanto maggiore è il trasudato aumentato sia per dilatazione delle arterie (dopo il taglio dei nervi vasomotori), sia per ostacolo o per arresto della circolazione venosa (mercè legatura delle vene o compressione delle stesse per movimenti muscolari, *Ludwig*, *Schwanda*), e sia pure per iniezione di acqua nel sangue (*Albini*). Quando poi il trasudamento del plasma ematico nei tessuti è eccessivo, per un ostacolo alla libera circolazione di ritorno, allora la linfa si accumola nel connettivo, lo distende, facendolo divenire gonfio, pastoso e semitrasparente, e costituisce in tal modo l'*edema* (*Wundt*, *Ludwig* ec.).

La *linfa* assorbita dagl'interstizii dei tessuti, s'incanala per i piccoli vasi linfatici, e ciò per la forza di capillarità e per la vis a tergo di altro liquido che si raccoglie; raggiunge quindi i vasi linfatici più grossi, passa per le glandule, per i grossi tronchi linfatici, e finalmente si scarica nel sangue. Le forze per questa circolazione sono: 1ª l'aspirazione esercitata dal torace nel momento di inspirazione, per cui viene assorbito direttamente il

sangue dalle grosse vene, e quindi indirettamente anche la linfa dal dotto toracico e dalla gran vena linfatica; 2ª l'aspirazione operata dal cuore sulle grosse vene nell'atto della diastole ventricolare; 3ª la contrazione dei muscoli del corpo, per cui nei linfatici compressi la linfa deve avviarsi necessariamente verso i tronchi; 4ª la pulsazione delle arterie compagne che scuotono incessantemente i vasi linfatici (1); 5ª la presenza della tunica muscolare nella parete dei linfatici, e le loro valvole a saccoccia. La circolazione della linfa avviene lentamente e con poca pressione; secondo *Weiss* la velocità della linfa nella gran vena linfatica del Cavallo sarebbe circa di 230^{mm} al 1', e la pressione laterale nello stesso vaso sarebbe circa di 10 a 20^{mm} di soluzione alcalina diluita; nel dotto toracico poi del Cavallo la pressione (secondo *Weiss* e *Holl*) sarebbe di in media di 12^{mm} di mercurio, variando molto nei movimenti respiratorii; 6ª infine (paragonando gli animali alle piante) si potrebbe ammettere un'altra forza per la quale la linfa si scarica incessantemente nel sangue, ed è la evaporazione o la perdita di acqua che quest'ultimo subisce tanto nella superficie pulmonare che nella cutanea.

§ 6.° — *Emapoiesi — Glandule sanguigne.*

Il *sangue*, considerato come un tessuto la cui sostanza intercellulare è liquida (*plasma*), è il tessuto più attivo del corpo, nel senso che subisce uno scambio rapido ed incessante col mondo esterno e coi tessuti; quanto più di materiale solido, liquido e gassoso, si perde e si acquista dal sangue dell'unità di tempo, tanto più attiva è la nutrizione generale dell'organismo. Nello stato normale il sangue deve mantenere sempre costante la sua costituzione chimica ed anatomica; gli apparecchi per mantenere costante la costituzione chimica del sangue sono l'apparecchio digerente, l'apparecchio respiratorio e gli apparecchi di secrezione escretiva; invece per mantenere costante la costituzione anatomica del sangue vi ha bisogno dei così detti *organi ematopoietici*, quali il tessuto adenoide, i follicoli linfatici, le glandule linfatiche e le glandule sanguigne; queste ultime però, come la tiroidea, il timo, la milza, le capsule surrenali ec., oltre a reintegrare od a rinnovare nel sangue la parte corpuscolare, eliminano dallo stesso i prodotti regressivi degli elementi anatomici che si disfano. Questa distinzione netta fra gli apparecchi di reintegrazione *chimica* e gli apparecchi di reintegrazione *anatomica* del sangue non esiste, giacchè nel corpo vi ha di certi organi che compiono ad un tempo sia l'uno che l'altro ufficio, così le glandule linfatiche nel mentre producono in gran copia i leucociti, arricchiscono pure la linfa ed il chilo di molto fibrinogeno; la milza

(1) I linfatici sono per lo più compagni dei vasi arteriosi; nel cervello, midollo spinale, milza ec. le arterie sono rivestite da seni o lacune linfatiche a mo' di una guaina.

Digitized by Google

se arricchisce il sangue di leucociti e lo libera degli emociti vecchi e prossimi a disfarsi, lo libera pure di tanti prodotti regressivi di ossidazione; il fegato se arricchisce il sangue di globuli bianchi lo fornisce pure di zucchero ec. ec. Quindi il rinnovamento chimico ed anatomico del sangue, essendo un fatto *culminante* ed *essenziale* dell' economia vivente, è affidato a moltissimi organi e non ad uno.

« La regolare neoformazione degli elementi incolori del sangue sembra essere divisa fra diversi organi, onde si possono l' un l' altro aiutare e sostituire. Ciò viene statuito da esperienze eseguite, poichè l' estirpazione di ogni singolo organo (milza, timo, glandule linfatiche ec.) non ha alcuna pregiudizievole conseguenza pel corpo, venendo supplita da aumentata funzione vicaria dei rimanenti; se ne venissero estirpati molti nello stesso tempo, la vita è in pericolo (*Hermann*) ».

Le *glandule sanguigne* sono quei parechimi glandulari sparsi per il corpo e privi di dotto escretore; essi si trovano solo in relazione coi vasi sanguigni e servono in generale non solo a reintegrare il sangue nei suoi costituenti anatomici, ma ancora ad eliminare dallo stesso i costituenti anatomici antichi, o che sono prossimi a perire. Queste glandule sono: la *tiroidea*, il *timo*, la *milza*, le *capsule surrenali*, la *glandula pituitaria*, la *glandula coccigea* e la *glandula carotidea*, alle quali si deve annettere anche il *fegato* per la sua funzione ematogena.

Tiroidea — Si trova al di sotto ed allo innanzi della laringe, costituita da due lobi ed un' istmo; essa riceve molti e grossi vasi sanguigni, e risulta di una capsula robusta di connettivo, la quale manda allo interno tante trabecole di vario ordine, in modo da formare uno stroma connettivale in tutto il corpo glandulare; negli spazii lasciati da questo stroma si trovano delle piccole cavità da $0^{mm},1$ a $0^{mm},04$ di diam. (*Frey*), rotonde, chiuse, tapezzate internamente da epitelio o meglio da piccole cellule rotonde, e ripiene di un liquido trasparente, filante, mucoso, ed albuminoso (*f. 62. T. II*). Talvolta queste vescicole piene di liquido colloideo si dilatano considerevolmente, e costituiscono il *gozzo*. Tra le trabecole dello stroma connettivale si trovano inoltre molti cumuli di connettivo adenoide.

La funzione di questa glandula pare sia quella di formare leucociti, e quindi corpuscoli rossi del sangue.

Timo — È una glandula vascolare sanguigna, situata alla parte superiore del mediastino anteriore, dietro dello sterno. Comparisce nell'embrione umano verso il 3° mese, aumenta di volume fino al 2° anno di vita extrauterina, in seguito si atrofizza a poco a poco fino all' età di 10 a 12 anni, epoca alla quale non si trova al suo posto che un poco di tessuto cellulo-adiposo (*Fort*).

Il timo riceve una discreta copia di vasi sanguigni, e risulta di due

grossi lobi simmetrici, ciascuno dei quali ha un canale centrale bozzuto e contorto o raggruppato le mille volte sopra sè stesso (*f.63.T. II*); questo canale, il cui diametro nel Vitello, secondo *His*, è di 0mm,67, presenta delle derivazioni o canaletti laterali, i quali tutti terminano con grappoli o cumoli di follicoli linfatici (*acini del timo* di 0mm, 45, a 1mm, 12 di diam., *Frey*), risultanti ciascuno di connettivo, ricco di vasellini sanguigni e di leucociti; in tutti questi acini o follicoli si notano delle piccole cavità, le quali per un piccolo dottolino comune sono in comunicazione col canale centrale del timo. In questo canale centrale si trova un liquido albuminoso contenente dei granuli, dei nuclei liberi, e dei leucociti sia in via di sviluppo, sia in via di metamorfosi adiposa; questi elementi si trovano pure negli acini del timo, dippiù in questi (massime nel timo in via di atrofia) si notano degli elementi cellulari in metamorfosi adiposa, dei quali molti sono inviluppati da capsule concentriche proprie, od anche comuni a più elementi cellulari.

La funzione di questa glandula pare sia identica a quella della tiroidea.

Milza — Presenta una capsula di connettivo fibroso, la quale emana tante trabecole, che s'internano nel parenchima glandulare e che si diramano in guisa da formare uno stroma molto fitto; questo stroma oltre al connettivo presenta molte fibre elastiche e muscolari lisce, non che molti vasi nutritizii. L'art. splenica si ramifica nella milza, i suoi grossi rami presentano una veste di vasi o seni linfatici, laddovechè i piccoli rami o più interni sono muniti di un'involucro di tessuto adenoide, il quale, di tratto in tratto presenta dei cumuli rotondi, bianchi e compatti, detti corpuscoli od *acini del Malpighi*, i quali tengono la stessa struttura dei follicoli linfatici dell'intestino (*f. 65. T. II*); i corpuscoli di Malpighi rappresentano delle infiltrazioni linfoidi delle guaine arteriose (*Frey*). Gli ultimi rami arteriosi terminano a mo' di pennelli, i quali mediante gli spazii areolari della polpa splenica si pongono in comunicazione colle grosse vene lacunari della milza, munite di corrispondenti aperture, dette *stigmi* (*f.66.T.II*). I capillari sanguigni adunque della milza si aprono liberamente nei suoi spazii lacunari, i quali contengono un reticolo finissimo di connettivo adenoide, ovvero leucocitogeno, e sono ripieni della così detta polpa splenica. La *polpa splenica* risulta dal mescolamento del sangue cogli elementi della linfa del tessuto adenoide, mescolamento che avviene in un sistema di spazii lacunari comunicanti, in cui si aprono i capillari arteriosi, e nei quali si originano le vene, questa polpa contiene, oltre ad un liquido fibrinoso, albuminoso, ricco di sostanze amidiche ed acidi liberi (ac. urico, butirico, acetico, formico, succinico, colesterina, xantina, ipoxantina, leucina, inosite, ac. inosico, lattico ec.), molti elementi anatomici, che appartengono sia ai leucociti in via di sviluppo, o di metamorfosi in globuli rossi, sia ai globuli rossi del sangue in via di regresso o di disfacimento, onde la gran copia di pigmento

libero e di ferro che si trova in questa polpa splenica; più vi si trovano nuclei liberi e corpuscoli cellulari bianchi e trasparenti, che contengono ciascuno uno o più piccoli globuli rossi.

Il sangue della vena splenica, relativamente a quello dell'art. splenica, è più ricco di leucociti (nella proporzione di 1 leucocito su 70 cruorociti), è più ricco in fibrina ed in acqua, ed infine è più povero di globuli rossi, i quali sono piccoli e resistenti.

L'estirpazione della milza può, come si sapeva da gran tempo, essere praticata su di un'animale senza gravi inconvenienti. In tali casi si avrebbe soltanto un'ingrossamento delle glandule linfatiche, dovuto ad una modifica nella loro funzione, e secondo *Schiff*, il pancreas perderebbe la sua proprietà di digerire gli albuminoidi, mentre che quella dello stomaco sarebbe invece aumentata (*Wundt*).

Dalla struttura quindi della milza, dalla costituzione morfologica e chimica della polpa splenica, e dallo esame del sangue della v. splenica, pare si potrebbe conchiudere che la milza compia due ufficii principali (oltre alle problematiche relazioni coll'apparecchio digerente e genitale), cioè: 1.° di formare globuli bianchi e quindi indirettamente globuli rossi (1), e 2.° di eliminare dal sangue e di ritenere tutt'i principii riduttivi, provenienti dal disfacimento degli emociti. Quindi la milza è ad un tempo un'organo di *decomposizione* e di *riproduzione* dei globuli del sangue (*Wundt*). Oltre a ciò la milza avrebbe un'ufficio meccanico sul sangue, cioè che distesa dal sangue durante la digestione (e l'aumento di volume si può riscontrare colla percussione sull'addome) solleciterebbe poi colle retrazioni e contrazioni continue della sua capsula il cammino del sangue per la v. porta nel fegato (*Beau*).

Capsule surrenali — Constano di una sostanza corticale e di una sostanza midollare, separate nell'uomo da uno strato verde-giallastro o verde-bruno; la prima presenta delle grosse cellule allineate secondo i raggi della glandula, oblunghe o cilindriche, nucleate, senza membrana e cariche di grasso e di un pigmento giallognolo (*f. 64. T. II.*); la seconda invece presenta delle cellule non disposte a raggio, ma inegualmente, molli, piatte, più grandi, del pari senza membrana, con granuli albuminoidei e con un un grosso nucleo vescicolare, esse somigliano a cellule nervose apolari. Tutti questi elementi si trovano impiantati in uno stroma di tessuto connettivo, il quale nella sostanza midollare si presenta della modifica adenoide. Questo connettivo ha una rete di capillari molto sottili nella sostanza corticale ed un intreccio di grosse vene nella sostanza midollare, nella quale ultima anche i nervi del gran simpatico formano un plesso molto complicato.

(1) In taluni casi patologici per irritazione speciale del parenchima splenico il tessuto adenoide della milza produce molti leucociti, e questi versatisi in gran copia nel sangue dànno la *leucocitemia*.

Digitized by Google

L' ufficio di queste glandule pare sia quello non solo di formare leucociti, ma ancora di eliminare dal sangue il pigmento residuo del disfacimento dei globuli; onde la estirpazione di entrambe le capsule (difficile ad eseguirsi per la grave emorragia), o pure la loro distruzione per malattia sarebbe seguita in molti casi da accumolo di pigmento bruno nel sangue e da annerimento della pelle (*Morbo nero di Addison*).

Glandula pituitaria — Sta sotto del cervello ed è allogata nella sella turca. Si divide in due lobi, di cui mentre il posteriore più piccolo è costituito da connettivo, vasi e tessuto nervoso, l'anteriore più grande presenta la struttura di una glandula sanguigna; cioè ha uno stroma di connettivo con molti vasi e con lacune in cui si trovano cellule glandulari brune, granulose e nucleate, da rassomigliare quasi alla sostanza corticale delle capsule surrenali.

La *glandula coccigea* si trova all'apice del coccige e chiude inferiormente la catena del gran simpatico; essa risulta di connettivo con lacune piene di cellule granulose e di nuclei liberi, più di molti vasi sanguigni contorti. Ciò dice Luschka, ma Arnold ritiene che tutto il corpo grandulare non sia altro che connettivo con vasi arteriosi contorti, agglomerati ed abortiti per mancanza di sviluppo dell'art. sacrale media; e di questo risulterebbe pure la *glandula carotidea*, che lo stesso Luschka vorrebbe ammettere nel collo.

Formazione e distruzione dei globuli rossi del sangue — La formazione di questi globuli ha luogo in forma di globuli bianchi, i quali nascono a preferenza nel tessuto connettivo adenoide, nei follicoli linfatici, nelle glandule linfatiche, e nelle glandule sanguigne; la trasformazione dei globuli bianchi in rossi (che si stabilisce colla colorazione prima del nucleo, e poi del protoplasma, con levigamento ed assottigliamento del corpuscolo) ha luogo in tutto il torrente circolatorio sanguigno e linfatico, ed a preferenza nella milza e nel fegato; infine la distruzione dei globuli rossi ha luogo nei punti del corpo ove si accumolano i loro avvanzi o i detriti del loro disfacimento, massime cioè nella milza, nel fegato, nelle capsule surrenali ec.

CAPITOLO V°

RESPIRAZIONE

È quella funzione vegetativa, per la quale l'organismo subisce col mondo esterno uno scambio di materiali gassosi, consistente in generale nell'assorbimento di ossigeno e nell'eliminazione di ac. carbonico. Questo scambio nell'organismo umano si effettua fra il sangue e l'aria, principal-

Digitized by Google

mente in un' apparecchio a ciò destinato, qual' è l'apparecchio respiratorio pulmonare, e questo viene poi coadiuvato dalle superficie del corpo, cutanea e mucosa, nelle quali anche ha luogo un limitato scambio gassoso.

La respirazione si distingue in *esterna* ed *interna*, la prima consiste nello scambio gassoso fra il sangue e il mondo esterno, e per la seconda invece s' intende lo scambio gassoso che ha luogo fra il sangue e gli elementi cellulari dei tessuti. Non basta caricare di ossigeno il sangue perchè l' organismo viva, ma bisogna che il sangue ossigenato circoli e che arrivi ai singoli elementi cellulari per fornire a questi l' ossigeno, essendo la loro vita collegata intimamente e necessariamente al processo di ossidazione.

§ 1.° — *Anatomia fisiologica dell' apparecchio respiratorio pulmonare.*

L' apparecchio della respirazione pulmonare si compone di una cassa (*torace*) a pareti estensibili e quindi a cavità espansibile, nella quale si trovano allogati con grande economia di spazio i due *pulmoni*, comunicanti allo esterno del corpo mediante i bronchi e la trachea; la cassa viene dilatata attivamente dai muscoli, e siccome è tutta chiusa, così non altro può colmarne la dilatazione, che la dilatazione passiva dei pulmoni, prodotta cioè dalla pressione atmosferica. L' *apparecchio della respirazione* adunque risulta dei *pulmoni* nei quali propriamente ha luogo lo scambio gassoso fra il sangue e l' aria, e del *torace* che realizza le condizioni meccaniche necessarie per questo scambio.

Perchè l'aria arrivi nella trachea deve, nello stato normale, passare per alcuni atrii che precedono, quali sono le *cavità nasali*, la *faringe* e la *laringe*. L' aria penetra per le cavità nasali, le quali perchè sono in pari tempo la sede dell' organo dell' olfatto, e perchè hanno una mucosa fornita d' una squisita sensibilità tattile, rappresentano insieme all' alto fondo della faringe ed alla laringe, delle sentinelle avanzate ed assai vigili per saggiare la qualità dell' aria che deve giungere nei pulmoni; infatti qualunque materia volatile irritativa capita nell' aria di respirazione, immediatamente l' individuo la respinge sia collo starnuto che colla tosse, sia pure col chiudere volontariamente le vie aeree astenendosi per alquanto tempo di respirare. — (All' articolo *Olfatto* ed *Organo della voce* si dirà della struttura delle cavità vasali e della laringe).

La *trachea* ed i *grossi bronchi* rappresentano dei tubi elastici ed a pareti resistenti, onde il loro lume si mantiene sempre aperto. Studiando una sezione trasversale della parete tracheale o bronchiale, si nota che questa è costituita da uno strato cartilagineo-elastico-muscolare allo esterno e da una mucosa allo interno; il primo strato risulta di una lamina di connettivo elastico, la quale di tratto in tratto si sdoppia per comprendere una

laminetta cartilaginea piegata ad arco; perciò fra un' archetto cartilagineo e l'altro si estende di traverso un nastrino elastico che ne permette l'allontanamento, e quindi l'allungamento di tutto il tubo tracheale o bronchiale. Questi anelli di cartilagine ialina se da una parte mantengono costantemente aperto il lume del canale, pure permettono che questo possa amplisrsi e restringersi, e ciò perchè interrotti tutti nel loro quarto posteriore, ove in luogo di cartilagine e di tessuto elastico si trova tessuto muscolare (muscolo *mesocondriaco*), il quale consta di fibre lisce estese trasversalmente fra le estremità degli anelli cartilaginei. La mucosa tracheale e bronchiale, allogata al di dentro di questo strato è sottile, aderente, è ricoverta da epitelio stratificato cilindrico vibratile (*f. 67. T. II.*), e contiene una copia significante di glandule mucipare a grappolo, massime nella porzione posteriore ove la parete è membranacea.

Il *pulmone* nella sua massa risulta dei bronchi medii e piccoli, che sono la ramificazione dei grossi bronchi, e del così detto parenchima pulmonare. I medii e piccoli bronchi hanno la stessa struttura o gli stessi elementi anatomici dei grossi bronchi, soltanto che le cartilagini ed i muscoli invece di essere disposti ad anelli od a natrini continui, si trovano le cartilagini ridotte in piccole placche irregolari, e le fibre muscolari sparse nei loro interstizii. Ai piccoli bronchi, che conservono ancora le glandule a grappolo e che sono forniti di fibre muscolari circolari e di epitelio vibratile, seguono i broncolini capillari, od ultimi rami dei bronchi; questi ramuscoli hanno appena da 0mm, 2 a 0mm, 11 di diametro e terminano nei lobuli pulmonari, detti *infundiboli*, i quali hanno forma d'imbuto, sono lunghi presso a poco da 1 a 2mm, si presentano poliedrici colla mutua compressione, ed hanno d'ordinario le loro basi attaccate alla superficie pleurica del pulmone. Gl'infundiboli pulmonari hanno una parete sottile, che è continuazione della parete dei broncolini capillari, e che risulta di una lamina di tessuto connettivo, estremamente sottile e trasparente, ricoperta allo esterno da una fitta rete di tessuto elastico; il connettivo interstiziale degl'infundiboli si presenta nell'adulto cosperso di fini granuli di melanina (1). Secondo *Frey* la parete dei lobuli pulmonari sarebbe sfornita di fibre muscolari lisce, invece Gerlach, Moleschott ed altri sostengono che vi esistono. Ogni lobulo pulmonare non presenta una sola cavità, invece mercè tanti sepimenti incompleti che sorgono dalla faccia interna della parete principale, la cavità trovasi divisa in molte piccole saccoccette o bozze, dette *alveoli, vescicole* o *cellule pulmonari*.

Il pulmone ha una doppia rete vascolare, l'una *nutritizia* fornita dalle arterie bronchiali, e l'altra *funzionale* fornita dall'arteria pulmonare; la

(1) Nei carbonai e nei minatori di carbon fossile il pulmone nell'età avvanzata diviene nero per deposito di pulviscolo di carbone (vegetale o minerale) appunto nel connettivo interstiziale del parenchima pulmonare, ciò che costituisce l'*antracosi*.

Digitized by Google

prima segue il cammino dei bronchi, nntre i loro tessuti, e tutti gli altri elementi che entrano nel pulmone, e poscia le piccole vene che ne derivano in piccola parte si congiungono alle origini delle vene pulmonari ed in gran parte costituiscono le due vene bronchiali, che d'ordinario si scaricano nelle v. azigos; l'arteria pulmonare invece, sorta dal ventricolo destro del cuore, si divide per i due pulmoni, segue il cammino dei bronchi, ed i suoi piccoli rami giunti agl'infundiboli formano sulla parete degli alveoli un fitto reticolo capillare, in cui i vasellini sono molto stretti. La parete degli alveoli pulmonari, come si è detto, è rappresentata da una sottilissima membranella connettivale elastica, la quale allo interno è tapezzata (come nel resto dei broncolini capillari e degl'infundibuli) da un'epitelio sottile, semplice, pavimentoso, con cellule poligonali e nucleate; questo epitelio non è continuo, ma interrotto, cioè manca là dove esistono le anse sporgenti dell'arteria pulmonare, e si trova soltanto negl'interstizii fra le stesse. Queste interruzioni dell'epitelio non esistono nel feto, nè nel pulmone guarito da una recente infiammazione che ne avesse attaccato l'epitelio alveolare, invece sono cospicue nell'individuo adulto sano, e si stabiliscono per la entrata dell'aria e quindi per la distensione degli alveoli nella prima respirazione.

Il pulmone presenta linfatici superficiali appartenenti alla pleura, e linfatici che seguono le divisioni dei bronchi; questi linfatici si pongono in relazione colle grosse glandule linfatiche bronchiali, le quali nell'adulto sono nere atteso il deposito del carbone, che penetrato per l'aria negli alveoli, s'immette nei vasi linfatici e raggiunge le glandule. Il pulmone riceve inoltre molti nervi appartenenti al plesso pulmonare (anteriore e posteriore), il quale è costituito dal vago e dal gran simpatico; i filetti del primo si distribuiscono di preferenza alla mucosa dell'albero respiratorio, invece il secondo, oltre a mettersi in relazione con molti piccoli ganglietti intrinseci del parenchima pulmonare, esistenti attorno ai bronchi, sembra che animi tutte le fibre muscolari, sia dei bronchi che dei vasi sanguigni.

I due pulmoni sono allogati nella cassa toracica, la quale è costituita da una parte scheletrica e da una parte muscolare; la prima rappresenta il torace tal qnale si trova nello scheletro, val dire la colonna dorsale, le costole e lo sterno; queste ossa sono congiunte per legamenti elastici, i quali come tutti gli altri legamenti, una volta allontanati mercè potenze muscolari dalla loro posizione di equilibrio, subito vi ritornano. Le costole riunite per le cartilagini allo sterno costituiscono tutta la gabbia toracica, la quale si può muovere soltanto in alto ed in basso sulla colonna vertebrale, che rimane come punto fisso; in tal modo soltanto le estremità anteriori delle costole possono fare una certa escursione in alto ed in basso, e non i loro capi posteriori, ai quali è concesso soltanto di potersi muovere sulle vertebre senza mutar di sito. Le costole nel congiungersi alla colonna non restano orizzontali, invece si dispongono obbliquamente, da dietro in avanti

e dall'alto in basso, onde elevandosi il loro estremo anteriore, questo viene in pari tempo ad allontanarsi dalla colonna, e per ciò nella elevazione delle costole collo sterno, si ha l'aumento del diametro *antero posteriore* del torace. Infine le costole, come nastri ossei piegati ad arco, non hanno nella loro posizione naturale le due facce disposte verticalmente, invece (per le costole di maggiore escursione, quali le medie e le inferiori) la faccia esterna è un poco obbliqua in basso, e la interna in alto; e quando colle estremità anteriori le costole si elevano, i singoli archi si raddrizzano (rotando su di un'asse che passa per i loro due estremi), cioè le due facce si pongono verticalmente, e l'arco da obbliquo in basso che era, tende a divenire orizzontale, per cui coll'elevazione delle costole si ha un aumento anche nel diametro *bilaterale* del torace. Il diametro *verticale* del torace aumenta, come si vedrà, per l'abbassamento del m. diaframma.

L'ampliamento del torace nei suoi tre diametri, cioè il verticale o longitudinale, il trasversale o bilaterale, e l'antero-posteriore, è affidato a potenze muscolari, le quali perchè tirano l'aria nel torace, così diconsi *muscoli della inspirazione*; questi muscoli sono molti, ma nello stato normale ne operano soltanto pochi, e tutti gli altri servono per la inspirazione difficile. I muscoli inspiratori normali, cioè nella respirazione placida, sono il *diaframma*, gl'*intercostali superiori* e gli *scaleni;* il primo, animato dai due nervi frenici, nella sua azione contraendo i fasci carnosi disposti a raggio deprime il centro tendineo, e così il torace aumenta nel diametro longitudinale, e l'aria entra nei pulmoni e li dilata per occupare lo spazio rimasto dal diaframma nel torace (fra le due facce della pleura non potendo penetrare aria, è giuocoforza che esse si tengano sempre a mutuo contatto); contemporaneamente il diaframma coll'abbassarsi comprime i visceri addominali, e questi alla loro volta fanno sporgere la parete anteriore dell'addome. I m. *intercostali* si dividono in *interni* ed *esterni;* secondo varii Autori (Borelli, Winslow, Haller, Duchenne, Duval ec.) questi muscoli sarebbero gli uni e gli altri inspiratori, giacchè operando di concerto non farebbero che raccorciare gli spazii intercostali, e quindi elevare le costole; secondo altri (Vesalio, Sabatier, Beau, Longet ec.) sarebbero invece tutti depressori delle coste od espiratori; Hamberger con uno schema troppo schematico (*Tav. VIII*) dice recisamente essere gl'intercostali esterni inspiratori, e gl'interni espiratori; è certo però che scuoiando il torace di un cane appena ucciso, e scorrendo collo stimolo elettrico sulle costole, si vede come trovandosi lo stimolo sulle prime costole queste si ravvicinano per la contrazione dei m. intercostali superiori, ed appresso ad esse si elevano tutte le altre costole del torace; e che quando lo stimolo si trova sulle ultime costole, queste del pari per la contrazione dei corrispondenti m. intercostali si ravvicinano e tirano in basso il resto delle costole. Quindi si potrebbe conchiudere, che se il torace è così fatto, che, anche nel solo scheletro coi legamenti, l'avvicinamento delle prime costole superiori porta l'*elevazione*

di tutte le costole, e che l'avvicinamento delle ultime coste inferiori porta invece la *depressione* delle altre costole soprastanti; bisogna ritenere che mentre gl'intercostali superiori sono inspiratori, gl'inferiori sono invece espiratori. Oltre a questo ufficio i m. intercostali colla loro contrazione resisterebbero nella inspirazione alla pressione dell'aria esterna, e nella espirazione alla pressione dell'aria interna, per mantenere tesi ed invariabili gli spazii intercostali (*Küss, Wundt*). Gli *scaleni* infine, anteriori e posteriori, scendono dalle vertebre cervicali e s'inseriscono sulla 1ª e sulla 2ª costola; colla loro contrazione elevano le due prime costole e con esse di necessità tutto il resto del torace.

Nella inspirazione difficile ed esagerata, cioè o quando l'aria stenta a passare per le vie aeree, o pure quando il sangue ha maggiore bisogno di ossigeno, entrano in azione altri muscoli inspiratori, quali sono, i m. *trasverso-costali*, i m. *piccoli dentati posteriori superiori*, i m. *cervicali discendenti* ed i m. *piccoli pettorali*. In taluni casi poi in cui l'entrata dell'aria è difficoltata all'ultimo segno, divengono muscoli inspiratori anche i motori del capo e degli arti superiori, nel qual caso il torace diviene punto mobile, ed il capo cogli arti punti fissi; fra questi muscoli bisogna comprendere pure i m. *estensori del tronco*, i quali nella forzata contrazione allontanano le costole fra loro, e quindi allungano il diametro longitudinale del torace.

La fase opposta alla inspirazione, cioè la *espirazione* o restringimento del torace, nello stato normale di respirazione tranquilla si effettua non per potenze muscolari, ma per la *elasticità* dei legamenti della cassa toracica, legamenti che distesi nella inspirazione dalle potenze muscolari, ritornano nella espirazione alla loro naturale lunghezza; questa espirazione si effettua pure per la elasticità dei pulmoni e dei bronchi, coadiuvata dalla loro contrattilità (1), giacchè il pulmone, anche nel cadavere, gonfiato moderatamente di aria, da sè stesso ne scaccia sempre una porzione per i bronchi; ed infine bisogna considerare la pressione dei visceri addominali contro il diaframma, per la quale lo respingono in alto. Quando poi la espirazione si richiede energica, come nel canto, nella tosse, nel soffiare con forza ec., allora entrano in contrazione i muscoli *retti, piccoli* e *grandi obbliqui*, ed i *trasversi dello addome*, i m. *quadrati dei lombi*, i m. *piccoli dentati posteriori inferiori*, il m. *triangolare dello sterno*, i m. *grandi dentati* (massime per le porzioni inferiori), ed i m. *sacro-costali*.

I muscoli della respirazione possono nella loro azione venire imitati, sebbene in un modo imperfetto, dalla *respirazione artificiale*, la quale si esegue sia sugli animali morti per uso sperimentale, sia pure sull'uomo nei

(1) Il tessuto pulmonare, oltre ad essere elastico, è contrattile, val dire s'infossa e si restringe là dove si applica lo stimolo elettrico, e dippiù se alla trachea s'innesta un manometro, questo indicherà una elevazione di pressione allorchè si stimola il parenchima pulmonare.

casi di prossima morte per asfissia; questa respirazione consiste nel mantenere attiva la ventilazione nei pulmoni, e ciò premendo colle due mani ritmicamente sull'addome, o pure premendo a riprese le due metà del torace; in entrambi i casi i pulmoni compressi cacciano l'aria, e poi dilatandosi il torace per propria elasticità, l'aria viene aspirata dai pulmoni.

L'azione muscolare per la meccanica del respiro è sotto l'influenza del sistema nervoso, e riconosce il suo centro principale coordinatore nel midollo allungato, ove trovasi appunto l'origine del nervo vago; questo nervo sarebbe destinato a trasmettere al midollo allungato uno stimolo ritmico, qual'è appunto l'ac. carbonico accumulato nel sangue dell'art. pulmonare; questo stimolo giunto nel centro nervoso produrrebbe per riflesso un movimento inspiratorio; per ciò la irritazione dei due nervi vaghi esagera e rende profonda la respirazione. Del resto sulle relazioni del sistema nervoso colle funzioni vegetative si dirà in un capitolo a parte nella *Vita Animale*.

§ 2° — *Meccanismo della respirazione pulmonare.*

Lo studio del meccanismo della respirazione consiste nello esame dei movimenti del torace, atti ad accogliere ed a scacciare l'aria dal torace, non che delle loro modifiche, e dei mezzi necessarii di sperimentazione.

Il movimento di respirazione si fa a *ritmo*, cioè dati movimenti in tempi determinati; ogni ritmo si compone di un movimento di *inspirazione*, per cui si costringe l'aria ad entrare nei pulmoni, e di un movimento di *espirazione*, pel quale l'aria è costretta ad uscire dai pulmoni. Di questi due movimenti il secondo è più lungo del primo, tanto che secondo *Vierordt* la durata della inspirazione starebbe alla espirazione :: 10:24; alla espirazione segue una certa pausa (che dura $^1/_5$ a $^1/_3$ di tutto un movimento respiratorio), e poi da capo si riprende il ritmo.

Se nel mentre un'individuo respira si poggia l'orecchio sulla sua cassa toracica, si avverte un rumore speciale, dovuto allo sfregare della colonna d'aria contro le pareti delle vie respiratorie. « Quel rumore respiratorio che ha maggiore durata ed intensità in coincidenza dell'atto di inspirazione, e minore durata con intensità minima nell'atto di espirazione, ed inoltre ha carattere di un soffice e dolce soffio, vien detto *murmure vescicolare*; l'altro invece, che ha carattere di aspro e forte in ambo gli atti del respiro, ed in quello di espirazione ha anche una maggiore intensità e durata, ha nome di *respiro bronchiale* » (*Roncati*). Il murmure vescicolare si può imitare sorbendo od aspirando dolcemente dell'aria colle labbra raggruppate, ma non molte strette; il secondo invece somiglia al rumore del soffio in una canna; il primo si avverte bene normalmente là dove esiste molta massa pulmonare, come agli apici dei pulmoni, sotto le ascelle, alla base del torace ec:, essendo esso dovuto all'entrata dell'aria negl'infundi-

Digitized by Google

buli ed alveoli pulmonari; il secondo poi, essendo prodotto dallo sfregare della colonna d'aria entro i bronchi, bisogna udirlo là dove i grossi bronchi o la trachea sono più accessibili, come sul manubrio sternale, al dorso, in mezzo alle scapole, al collo ec.; in taluni casi patologici poi (pulmonite ec.) il respiro bronchiale si può udire assai spiccato appunto là dove normalmente si ode il murmure vescicolare, il quale in questi stessi casi, essendo gl'infundibili impervii all'aria, rimane del tutto abolito. Trovandosi i pulmoni pieni di aria, il torace rappresenta una cassa sonora, rimbombante, cioè che percosso rende un suono *chiaro* o pieno di aria, e ciò là dove esiste tessuto pulmonare imbottito di aria; invece dove sul torace corrisponde il cuore, il principio degli organi ipocondriaci ec:, ivi la percussione cava un suono *ottuso*. È naturale che se una parte d'un pulmonesi riempie di materia liquida o solida, in guisa che l'aria più non vi possa entrare, allora la percussione sulle parti corrispondenti del petto darà rumore ottuso.

Nella inspirazione normale il torace si amplia in tutti e tre i suoi diametri, cioè il longitudinale, l'antero-posteriore ed il trasversale; il primo si allunga sopratutto per l'azione del diaframma, ed i due ultimi in generale per l'azione dei m. elevatori delle costole. Nell'uomo adunque avvenendo una inspirazione normale si vede sporgere allo innanzi tutta la parete anteriore del tronco, val dire tanto il petto che l'addome, il primo per il sollevamento dei capi anteriori delle costole insieme allo sterno, ed il secondo per lo spostamento dei visceri addominali in avanti ed in basso, operato dal diaframma; questo moderato sollevamento del petto ed in pari tempo della regione alta dello addome, costituisce il *tipo misto* di respirazione, e si ha nell'uomo normale; invece nella donna, anche nello stato normale, tutto il sollevamento della parete anteriore del tronco si nota soltanto nella parte superiore del petto, e costituisce il *tipo costale superiore*. Questo fatto si è voluto far dipendere da una doppia cagione, una artificiale e l'altra naturale, la prima sarebbe l'uso del *corset* e delle cinture strette, e la seconda terrebbe al fatto che nella donna avverandosi la gravidanza, la respirazione addominale resterebbe pressochè abolita, e da ciò la necessità del suo naturale tipo costale superiore.

I mezzi in complesso atti a misurare l'allungamento e l'accorciamento dei diametri principali del torace costituiscono la *toracometria;* per valutare i cambiamenti di forma che avvengono nel tronco in ogni senso per la respirazione, *Hutchinson* si avvalse delle ombre (massime in profilo) proiettate da individui nudi su di una parete illuminata, e riconobbe appunto quella cospicua differenza nel tipo di respirazione fra l'uomo e la donna. Altri Autori hanno inventato diversi toracometri, fondati tutti più o meno su di un congegno di leve, messo in giuoco dai punti del torace che sono più mobili nella respirazione.

Il m. diaframma abbassandosi spinge in basso ed innanzi i visceri addominali, sollevando in pari tempo la parete anteriore dello addome, quin-

Digitized by Google

di dal grado di sollevamento di quest' ultima si può dedurre il grado d'azione del m. diaframma nell' uomo; nelle inspirazioni profonde poi, che si fanno colla colonna vertebrale molto estesa, il m. diaframma dovendo seguire l' ascensione delle costole, ha luogo invece la depressione della regione epigastrica. Negli animali poi i movimenti del diaframma possono rendersi perfino grafici colla così detta *frenografia*, la quale consiste nel conficcare un lungo ago da cucire nella regione epigastrica di un' animale mammifero vivo messo supino, facendo in modo che la punta infili proprio il centro tendineo del diaframma; alla cruna dell' ago che rimane allo esterno si unisce un filo che muove un'indice molto mobile; com'è naturale quest' indice seguirà tutt' i movimenti del diaframma, potendoli mostrare a distanza e disegnarli in pari tempo su di una carta mobile (*Snellen*).

I movimenti respiratorii si compiono con diversa *frequenza* secondo varie condizioni; normalmente nell' uomo adulto il numero delle respirazioni in 1' oscilla fra 18 e 20, invece per condizioni abnormi può giungere fino a 70 e può scendere fino a 10; in generale la fatica, l' età giovane o molto avanzata, la stazione eretta, l' essere robusto, il sesso femminile, il tempo della digestione, il moto, gli eccitamenti morali, l' ambiente freddo ec., come accrescono la frequenza del polso, aumentano pure la frequenza del ritmo respiratorio, e le cagioni opposte la rallentano. Secondo *Quetelet* nei neonati si avrebbero in media 44 movimenti respiratorii al 1'. Per conoscere e valutare tanto la *energia* che la *frequenza* della respirazione si adopera l' *anapnografo* di *Bergeon* e *Kastus*, il quale segna su di un cilindro girante delle curve indicanti l' energia respiratoria, cioè la pressione colla quale esce dal petto la colonna di aria, la frequenza del ritmo respiratorio, e la durata di ciascun movimento (*Tav. VIII*).

Questo ritmo respiratorio, a prescindere dalla frequenza, può presentare diverse *modifiche* secondo stati particolari dell' organismo che si stabiliscono; così alle volte l'inspirazione e l'espirazione sono prolungate, come nel *sospiro* e nello *sbadiglio*, il qnale ultimo si suole accompagnare ad una spasmodica ed irrefrenabile apertura della bocca; altre volte la espirazione è brevissima e succede tutto in un colpo, come nello *starnuto*, nella *tosse*, nello *scatarrare* e nel *soffiarsi il naso;* altre volte la espirazione è prolungata ed interrotta, come nel *gargarizzare* e nel *riso*, in cui si hanno pure dei movimenti mimici nella faccia; in qualche caso si ha una inspirazione improvvisa ed istantanea come nel *singhiozzo*, e ciò per una contrazione rapida del diaframma, accompagnata da un rumore di scoppio nella gola per l' istantaneo precipitarsi dell'aria attraverso la glottide; qualche volta infine la inspirazione è prolungata ed interrotta, come nel *fiutare*.

Prima di terminare lo studio sul meccanismo della respirazione, bisogna dire di due mezzi sperimentali molto importanti, l' uno destinato a conoscere la *pressione* o la forza, con cui l' aria esce od entra nei pulmoni, e dicesi *pneumo-dinamometria*, e l' altro, la *spirometria*, destinato a conoscere

Digitized by Google

non solo la quantità di aria che esce od entra nel torace ad ogni respirazione, ma ancora la capacità intera dei due pulmoni.

Il *pneumodinamometro* più semplice l'è un manometro a mercurio ad aria libera, che s'innesta nella trachea degli animali ad angolo retto, senza impedire il corso dell'aria per la laringe, quante volte si tratta di conoscere la pressione normale; ovvero s'innesta in totalità al moncone periferico della trachea recisa quante volte si vuol riconoscere il grado massimo di pressione che può subire l'aria nelle vie aeree; questo manometro si può introdurre pure in una narice dell'uomo, tenendo la bocca chiusa e respirando per l'altra narice. Risulta da diverse esperienze che un grosso mammifero può nella respirazione forzata elevare il mercurio nella branca libera del manometro, innestato al moncone periferico o pulmonare della trachea, di circa 100^{mm}, e nella inspirazione forzata può farlo abbassare di circa 74^{mm}. Normalmente però nella respirazione tranquilla dell'uomo il mercurio per la inspirazione scende di 1^{mm} e per la espirazione sale circa da 2 a 3^{mm}; nella respirazione molto profonda poi, eseguita da individui robusti, il mercurio scende nella inspirazione di 57^{mm}, e nella espirazione sale di 87^{mm} (*Donders*). I pulmoni del cadavere umano innestati per la trachea al manometro lasciano per la loro elasticità (allorchè si apre il torace) elevare il mercurio di circa 6 a 8^{mm}.

Lo *spirometro* è nient'altro che un gassometro, cioè una campana cilindrica di latta, immersa nell'acqua (*Tav. VIII*), ed equilibrata mediante contropesi, destinati a facilitarne i movimenti di ascesa e di discesa; allorchè con un tubo si lascia pervenire dell'aria sotto la campana, questa si eleva, e dal grado di elevazione si conosce il volume del gas raccolto. Nei pulmoni bisogna distinguere tutta la massa di aria che vi può entrare in quattro porzioni, cioè: 1.ª *aria di respirazione*, val dire quel volume che esce od entra in ogni movimento respiratorio normale; 2.ª *aria di riserva*, cioè quella che si può espirare ancora dopo fatta una regolare respirazione; 3.ª *aria di complemento*, che è quell'aria che si può ancora introdurre dopo fatta una inspirazione normale; e 4.ª infine *aria residuale*, cioè quell'aria che rimane sempre nei pulmoni, anche dopo la più sforzata espirazione, aria però che è sempre maggiore quando il torace è chiuso, anzichè quando è aperto, nel qual caso i pulmoni si raggrinzano sui bronchi; quest'aria residuale si è trovata in media nei pulmoni dell'uomo di 1400 a 2000 c. c. Se dopo fatta una espirazione normale si esegue una inspirazione profonda, e poi si espira nello spirometro con una espirazione la più energica possibile, si avrà raccolta nella campana la *somma* delle tre prime quantità di aria, cioè l'*aria di respirazione* (500 c. c.), l'*aria di complemento* (1500 c. c.), e l'*aria di riserva* (1500 c. c.); questo volume di 3500 c. c. indica appunto la *capacità vitale* media dei pulmoni dell'uomo; secondo *Hutchinson* questa capacità vitale sarebbe in media negli uomini adulti robusti di 3770 c. c.; essa è più grande nell'uomo che nella donna, e va aumentando sempre dalla nascita fino a

35 anni, per diminuire in seguito progressivamente. Le variazioni poi secondo le taglie si riducono nei seguenti limiti; il massimo di capacità negli adulti di piccola taglia è di 3 litri, di media taglia di 3 ½, ed in quelli di grande taglia 4 — 4 ½ (*Palladino*). Aggiungendo l'*aria residuale* alla *capacità vitale*, si ottiene la *capacità assoluta* dei pulmoni, la quale si determina col seguente metodo di *Grèhant*. L'individuo in osservazione inspira un volume determinato d'idrogeno puro; di poi egli esegue ripetuti movimenti respiratorii, avendo cura di far passare i gas della espirazione in un vase chiuso (che è una campana di vetro capovolta sull'acqua con imboccatura superiore munita di rubinetto), e di aspirare questi stessi gas nella inspirazione, evitando accuratamente l'introduzione dell'aria esterna nei pulmoni o nella campana; dopo 5 a 6 movimenti respiratorii il mescuglio dell'idrogeno coi gas primitivamente contenuti nei pulmoni è omogeneo. Allora basta raccoglierne un certo volume e dosare la proporzione dell'idrogeno coi metodi eudiometrici. Sia x la *capacità assoluta* dei pulmoni, v il volume dell'idrogeno mescolato ai gas della respirazione; sia V il volume del mescuglio sottoposto all'analisi e v' la quantità di H che esso contiene, si avrà evidentemente questa relazione: $\frac{x}{v}=\frac{V}{v'}$, da cui è facile ricavare il valore di x (*Wundt*).

§ 3° — *Chimismo della respirazione pulmonare.*

Comprende lo studio: 1.° dei cambiamenti dell'aria nei pulmoni, e 2.° dei cambiamenti del sangue nei pulmoni, per cui questo da *venoso* diventa *arterioso*.

Cambiamenti dell'aria nei pulmoni — L'aria che esce dai pulmoni presenta proprietà diverse da quelle dell'aria atmosferica inspirata; infatti essa contiene delle tracce di una materia volatile di cattivo odore (probabilmente per acidi grassi volatili), detta *settopneuma*, e delle tracce di ammoniaca, tanto da arrossare appena la carta di ematoxilina (tintura di campeggio) (1); dippiù l'aria di espirazione, ridotta alla stessa temperatura dell'aria esterna, e private entrambe del vapore acqueo, si trova aumentata in peso (il peso specifico dell'CO^2 sta a quello dell'O::1,519:1,103, essendo quello dell'aria =1), e diminuita in volume (la diminuzione è circa $\frac{1}{40}$ a $\frac{1}{50}$), ciò vuol dire che l'ossigeno ritenuto è maggiore in volume dell'ac. carbonico emesso; essa si riscalda in media di circa 15° a 20° (in ciò bisogna tener conto della temperatura dell'aria esterna), in media l'aria esce dai pulmoni dell'uomo colla temperatura di 36°,35 C. (*Weyrich*); si presenta quasi satura di vapore acqueo, in

(1) Spesso nell'aria di espirazione si trovano varie sostanze volatili alimentari o medicinali.

Digitized by Google

modo che basta una piccola diminuzione di temperatura perchè tutto il vapore si precipiti (1); mentre l'aria di inspirazione porta seco il pulviscolo meteorico, l'aria di espirazione ne è priva, essendo rimasto nel pulmone e dovendo poi essere condotto via insieme al muco la mercè delle ciglia vibratili dell'epitelio bronchiale; infine la modifica più importante che presenta l'aria espirata si è quella di essere diminuita nella quantità di ossigeno, e di essere aumentata nella quantità di ac. carbonico, oltre a un leggiero aumento di azoto, ciò che si rileva dalla seguente composizione centesimale in volumi (secondo *Brunner* e *Valentin*):

	Aria atmosferica	*Aria di espirazione*
O	20,81	16,83
N	79,15	79,55
CO^2	0,04 (2)	4,38

Per studiare i cambiamenti chimici, qualitativi, dell'aria per la respirazione degli animali si fa uso nei laboratorii di Fisiologia dell'apparecchio di *Regnault* e *Reiset* (*T. VIII*), il quale si compone di una grossa campana di vetro, in cui si pone l'animale vivo (uccelli, conigli, cavie, cagnolini ec.); entro questa campana la pressione dell'aria dev'essere costante, la composizione dell'aria, cioè $^4/_5$ di azoto ed $^1/_5$ di ossigeno, non deve mai alterarsi, facendo in modo che l'ossigeno venga rimpiazzato a misura che l'animale lo consuma, e che l'ac. carbonico ed il vapore acqueo vengano eliminati in proporzione che si formano; infine l'animale deve trovarsi su di una graticola di legno, affinchè non si raffreddi, ed affinchè gli escrementi non restino in contatto del suo corpo; deve trovarsi in una temperatura sempre costante, ed infine deve tener seco l'alimento e la bevanda necessaria almeno per 24 ore. Tutti questi problemi sono stati risoluti in questo apparecchio con mezzi molto ingegnosi ed esatti, potendosi nello stesso apparecchio valutare in peso la quantità di ossigeno consumato e la quantità di acqua e di ac. carbonico prodotto in un dato tempo (bisogna però notare che con questo apparecchio e col seguente si calcola *in complesso* lo scambio gassoso per i pulmoni e per la pelle, e di più insieme ai prodotti della respirazione possono trovarsi pure dei gas intestinali, come HS, H, C^2H^4, CO^2, Az *ec.*).

Volendo sperimentare il chimismo della respirazione sui grossi animali ed anche sull'uomo bisogna avvalersi della camera di *Voit* e *Pettenkofer*, la quale consiste in uno stanzino di latta ermeticamente chiuso, e largo in modo (da circa 3 a 12 metri cubici) che vi possa restare dentro comoda-

(1) L'acqua perduta dall'uomo per il pulmone nelle 24 ore è in circa 500 c. c.

(2) Secondo altri Autori la proporzione media centesimale dell'CO^2 nell'aria libera sarebbe di 0,0004.

mente un'uomo per 24 ore; questa camera alla parte superiore ed inferiore presenta due aperture, per una si fa entrare continuamente l'aria con un ventilatore, e per l'altra, mercè due pompe aspiranti, esce l'aria alterata per la respirazione, passando prima per un contatore di gas onde conoscerne il volume, e poscia per l'ac. solforico e per la soluzione di barite, onde conoscere la quantità di acqua e di ac. carbonico che trasporta. Da molte esperienze si è visto che il volume di aria che traversa la camera nelle 24 ore è di circa 24000 metri cubici.

Finalmente perchè l'uomo o l'animale, respirando per un solo tubo, possa darsi una diversa direzione alle due correnti di aria, di inspirazione cioè e di espirazione, onde raccogliere separatamente quest'ultima, si adopera l'apparecchio di *Ludwig* (*Tav. VIII*), reso di recente più comodo ed elegante, ma meno perfetto da *Palmeri* (Valvola pneumo-idraulica).

L'aria dunque che esce dai pulmoni si trova diminuita nella quantità di ossigeno, e nel tempo stesso ricca di ac. carbonico, tanto che fatta passare per l'acqua di calce, questa s'intorbida. Il peso però dell'O contenuto nell'CO^2 espirato non è eguale al peso dell'O inspirato, giacchè una parte (cioè $^1/_6$ deve servire alla ossidazione di altri elementi, che saranno poi eliminati per le escrezioni; dippiù l'assorbimento di O e la eliminazione di CO^2 non sono sempre in un rapporto costante, in modo che si può avere talvolta una copia di O inspirato eccedente la proporzione media, e tal'altra volta una maggiore quantità di CO^2 espirata (*Wundt*). Secondo *Valentin* il rapporto *normale* fra il volume dell'CO^2 espirato ed il volume di O inspirato è :: 1:1,18; nei casi ordinarii di dispnea o di respirazione difficile questo rapporto diviene ::1:1,31, e dopo la recisione dei n. vaghi circa :: 0,84:1,37; in questi casi aumenta pure considerevolmente la quantità di azoto e di acqua eliminata. Questa sproporzione fra l'O assorbito e l'CO^2 eliminato (con eccedenza di CO^2) è possibile pel fatto che si può avere eliminazione di CO^2 senza consumo di O, e perchè l'O assorbito può essere in un qualche modo accumulato senza essere subito consumato (*Hermann*).

Un'uomo adulto consuma in 24 ore, secondo *Vierordt*, circa 746 gram. o 520601 c. c. di ossigeno, ed espira circa 867 gram. o 443409 c. c. di ac. carbonico. Secondo *Pettenkofer* e *Voit* invece un'uomo adulto del peso di 60 kilogr. assorbe circa gram. 708,9 di ossigeno, ed elimina circa gram. 911,5 di ac. carbonico nelle 24 ore. *Dumas*, sperimentando sopra sè stesso, trovò che l'assorbimento di O era di 23 litri (33 gram.) all'ora (cioè circa 800 gram. nelle 24 ore), e l'eliminazione di CO^2 di 13 litri.

Secondo *Laroisier* e *Seguin* un'uomo in riposo e a digiuno, alla temperatura di 32°, consuma 24 litri di *O* in un'ora (gram. 34,490); durante la digestione consuma all'ora litri 37,689 di *O* (gram. 54,159); durante la digestione un'uomo, soggetto a un lavoro necessario per elevare in 15 minuti un peso di kilogr. 7,343 a un'altezza di metri 211,146, consuma all'ora litri 91,248 (gram. 131,123) di *O*.

L'azoto, come gas indifferente, dovrebbe trovarsi nella medesima quantità tanto nell'aria atmosferica che in quella di espirazione; intanto a stato normale l'azoto cresce di poco nell'aria di aspirazione, giacchè le sostanze azotate che vengono ossidate nella economia, ne lasciano sempre una certa quantità allo stato libero, che poi viene esalata dal sangue nei pulmoni (ammeno che l'O introdotto nella campana dell'apparecchio di *Reiset* e *Regnault* non fosse stato impuro, cioè non avesse contenuto dell'Az, come ha sospettato *Pettenkofer*).

Lo scambio dei gas nel pulmone non è sempre costante, bensì soggiace alla influenza di varii agenti, così la temperatura esterna crescendo diminuisce il consumo di ossigeno, ed invece diminuendo aumenta considerevolmente il consumo di ossigeno, giacchè l'individuo per sopperire alla gran perdita di calore nell'ambiente freddo, è costretto ad accrescere di molto il processo di ossidazione. Anche la pressione atmosferica v'influisce, infatti se questa aumenta, l'assorbimento di ossigeno aumenta anch'esso, e se invece diminuisce, diminuisce pure il consumo di ossigeno e la produzione di ac. carbonico (*Vivenot*) (onde si adoperano in Terapia gli apparecchi od aria compressa per quelli ammalati, che per cagioni speciali non possono introdurre nel loro sangue la quantità di ossigeno sufficiente). Lo stato igrometrico dell'ambiente se cresce molto, diminuisce per conseguenza la quantità di ossigeno nell'aria, onde si hanno gli stessi effetti della diminuita pressione atmosferica, e l'individuo per avere la quantità di ossigeno sufficiente deve aumentare la frequenza e la profondità della respirazione, fino ad accusare un senso di stanchezza nei muscoli del torace, ed allora erroneamente attribuisce un tale disturbo all'*aria pesante* (nel mentre che il barometro si abbassa considerevolmente). La luce come opera sulle piante, influisce pure sulla vegetazione degli animali, giacchè un'animale che vive in piena luce ed al sole consuma molto più ossigeno di quello che dimora abitualmente nell'oscurità (onde i bagni di luce per uso terapeutico). In fine l'età giovanile, il sesso maschile, la pubertà, la gravidanza, lo stato di fatica ed il periodo dell'assorbimento intestinale aumentano di molto il consumo di ossigeno e la produzione di ac. carbonico.

Quest'ac. carbonico, aumenta molto nella respirazione dopo circa 3 ore dal pasto, e ciò sopratutto dopo l'ingestione di molt'idrati di carbonio, anzichè dopo l'ingestione di grassi ed albuminoidi; nel periodo d'inanizione diminuisce considerevolmente la eliminazione dell'ac. carbonico, e tutti gli animali, a qualunque regime appartengano, respirano tutti come un'animale cornivoro, vivendo essi a spesa dei loro tessuti. *Pettenkofer* e *Voit* hanno trovato che sui cani, messi in esperimento per 24 ore, l'*O* assorbito e l'CO^2 esalato sono fra loro ::100:82, con un nutrimento puramente animale; se si aggiungono delle materie grasse alla carne, la quantità di CO^2 scende a 73, e con un nutrimento amilaceo o zuccheroso essa si eleva a

100; con una alimentazione composta di un miscuglio di carne, di zucchero od amido questa cifra può giungere nei cani fino a 140; nell'uomo la quantità relativa di CO^2 con una alimentazione mista oscilla fra 88 e 98 (*Hardy*).

Riguardo poi al lavoro muscolare, oltre all'esagerarsi di molto la meccanica respiratoria si è osservato pure da *Ludwig* e *Sczelkow* un'aumento dell'CO^2 espirato relativamente all'O inspirato; e secondo *Pettenkofer* e *Voit* si avrebbe del pari un'aumento relativo di CO^2 espirato durante la veglia, ed un'aumento relativo di O inspirato durante il sonno; lo stesso ha constatato *Valentin* sulle marmotte, nelle quali l'aumento di O inspirato relativamente all'CO^2 espirato, durante il letargo, cresce a misura che il sonno si fa più profondo.

Riguardo all'età, si avrebbe (secondo *Andral* e *Gavarret*) un'aumento progressivo nella quantità di O assorbito e di CO^2 eliminato fino a circa 30 anni, e poi crescendo l'età questa quantità diminuirebbe; così un'uomo all'età di 8 anni, del peso del corpo di kilogr. 22.26, espira gram. 18.3 di CO^2 in un'ora ed inspira gram. 15.6 di O; all'età di 24 anni, del peso del corpo di kilogr. 68.8, espira gram. 44.7 di CO^2 in un'ora, ed inspira gram. 38 di O; ed infine alla età di 80 anni, del peso del corpo di kilogr. 61.2, espira gram. 33.7 di CO^2 in un'ora, ed inspira gram. 28.7 di O.

Infine secondo *Vierordt* l'aumento di *frequenza* e di *profondità* della respirazione fa crescere di molto la quantità di CO^2 prodotta in un dato tempo, quantunque questa quantità scemi nelle singole espirazioni; così per la *frequenza* facendo 6 respirazioni normali al 1', l'CO^2 espirato in 1' è 171 c. c., e l'CO^2 emesso in una sola espirazione 28.5 c. c. invece facendo 96 respirazioni normali al 1', si producono 1296 c. c. di CO^2 in 1', mentre l'CO^2 emesso in una sola espirazione è appena di 13.5 c. c. Così pure (per la *profondità*) espirando in 1' 3000 c. c. di gas (con 12 respirazioni superficiali) questi contengono 162 c. c. di CO^2; invece espirando in 1' 24000 c. c. di gas (con 12 respirazioni profonde) questi contengono 816 c. c. di CO^2.

Anche l'azoto può presentare delle variande nella espirazione; così se nello stato normale deve crescere di un poco, negli stati di esaurimento, e sopratutto d'inanizione, l'azoto diminuisce nell'aria di espirazione, giacchè viene in parte ritenuto dall'individuo.

Cambiamenti del sangue per la respirazione pulmonare — Il diverso colore del sangue arterioso e del venoso tiene appunto alla quantità dei gas ossigeno ed acido carbonico, che vi è contenuta. Infatti ponendo nella trachea di un cane un rubinetto a tenuta d'aria, si vede che tenendo aperto quest'ultimo esce sangue rosso-vivo dall'arteria carotide, invece dopo pochi istanti che si è chiuso si vede uscire sangue piceo dalla stessa arteria; questo esperimento del *Bichat* si può ripetere più volte e sempre collo stesso risultato; anzi se il sangue piceo estratto dal corpo si mantiene per un qualche tempo all'aria, lo si vedrà subito farsi rosso-vivo.

Digitized by Google

Il sangue contiene dei gas, che sono, l'*ossigeno*, l'*ac. carbonico*, e l'*azoto;* questi gas su 100 vol. di sangue rappresentano *in media* poco meno della metà, cioè 45 vol. (alla temperatura di 0°, e alla pressione di 1 metro di mercurio), ripartiti in 30 vol. di CO^2, 14 vol. di *O*, ed 1 vol. di *Az*. L'azoto libero si trova sciolto nell'acqua del plasma, invece l'*O* e l'CO^2 si trovano in parte liberi, cioè sciolti nel plasma, ed in parte combinati agli altri elementi dello stesso, od anche ai globuli. Mentre la maggior parte dell' CO^2 è libera nel plasma, la maggior parte di *O* è combinata nei globuli. L'CO^2 nel sangue in totalità si trova in ben 4 stati, cioè: 1° libero o sciolto nell'acqua del plasma, 2° combinato in eccesso ai carbonati od al fosfato neutro di soda (*Fernet*), 3° combinato in eccesso ai carbonati neutri, e 4° infine per una minima quantità combinato agli elementi dei globuli. Le due prime quantità si possono scacciare dal sangue col vuoto (v. la *Pompa a mercurio di Ludwig—Tav. VIII*), invece le altre due, che rappresentano una piccola cifra, si eliminano dopo l'aggiunta di un'acido (fosforico, tartarico ec.). L' *O* si trova in scarsa copia libero o sciolto nell'acqua del plasma, invece si trova in gran copia combinato alla sostanza propria di globuli, cioè all'emoglobulina, formando l'*ossiemoglobulina;* questa combinazione però, quantunque sia molto facile a formarsi, pure è assai labile, giacchè viene facilmente scomposta dai mezzi riducenti (nel corpo i contenuti cellulari dei tessuti opererebbero a preferenza questa riduzione), e coll'azione del vuoto unita al riscaldamento perde subito il suo *O*. Questo *O* fissato dai globuli presenta proprietà ossidanti molto energiche a una temperatura, alla quale l'*O* ordinario è senza azione; esso si può paragonare all'*ozono* per l'energia delle sue reazioni (*Hardy*).

L' *O* dunque è principalmente fissato dai globuli del sangue. *Berzelius* aveva già visto che il siero del sangue scioglie meno *O* del sangue defibrinato. *Magnus* ha constatato che il sangue assorbe molto più *O* che l'acqua distillata; 1000 v. di HO (secondo Gay-Lussac) assorbono 9 ¼ v. di *O*, e 100 v. di sangue ne sciolgono da 100 a 130 v:. *Fernet* ha visto che alla temperatura ordinaria il sangue assorbe 5 volte tanto d' *O* che il siero privato completamente di globuli ematici (*Hardy*).

Nel sangue adunque il siero rappresenta il veicolo del CO^2 ed i globuli il veicolo dell'*O*. Questi gas del sangue variano in proporzione fra il sangue *arterioso* ed il *venoso* il primo su 100 vol. di gas estratti col vuoto contiene in circa 18.5 di *O*, 78.4 di CO^2, e 3.1 di *Az*; invece il secondo sulla stessa quantità di gas contiene 10 di *O*, 83.8 di CO^2, e 6.2 di *Az* (sangue di montone — *Nawrocki*). Nello stesso animale *Preyer* ha trovato su 100 v. di s. *arterioso* 11.31 di *O*, 28.87 di CO^2, e 2.01 di *Az*; e su 100 v. di s. *venoso* 3.78 di *O*, 35.75 di CO^2, e 0.99 di *Az*. Su 100 v. di s. arterioso *Setschenow* ha trovato 15.78 di *O*, 30 di CO^2 ed 1 di *Az*; invece su 100 v. di s. venoso *Sczelkow* ha trovato 5.96 di *O*, 35 di CO^2, e 2 di *Az*.

Inoltre non è soltanto per le diverse quantità relative di gas che varia-

no fra loro le due specie di sangue; il sangue arterioso è rosso scarlatto ed il venoso è rosso bruno; il primo è più coagulabile ed il secondo lo è meno; il primo è più denso ed il secondo più ricco di acqua; il primo è più freddo e meno dicroico, ed il secondo è più caldo e più decroico; il secondo è molto più ricco del primo in materie azotate cristallizzabili; infine il primo presenta da per tutto la medesima composizione ed il secondo varia nei diversi punti del corpo.

Il sangue che va al pulmone per l'arteria pulmonare è il sangue *venoso* reduce da tutta la circolazione del corpo; è appunto nel pulmone che il sangue, per lo scambio che subisce, da venoso diviene *arterioso*, cioè diviene rosso vivo, più opaco, meno dicroico, più coagulabile, meno caldo, e più denso per aver ceduto all'aria una certa copia di acqua; diviene più freddo, cioè la sua temperatura diminuisce circa di 1°, per aver ceduto calore all'aria (*Bernard*), ed infine acquista ossigeno e perde ac. carbonico con una traccia di azoto, ciò che apporta nel sangue il cambiamento di colorito, dovuto alla modifica di forma e di trasparenza dei globuli (p. 106); queste modifiche nell'insieme costituiscono la *ematosi*.

§ 4.°— *Teoria della respirazione pulmonare — Mancanza di ossigeno — Respirazione di gas eterogenei.*

Alla fine del secolo passato (1774) *Priestley* avendo fatta la scoperta dell'ossigeno, intravide il chimismo della respirazione, dimostrando come l'*O* aveva la proprietà di arrossire il sangue venoso, ed il gas carbonico di annerire il sangue arterioso. In seguito *Lavoisier* (1789) pel primo comprese l'essenza proprio della respirazione, identificandola ad una vera combustione, e scrisse:

« La respirazione non è che una combustione lenta di carbonio e d'idrogeno, simile in tutto a ciò che avviene in una lampada ovvero in una candela accesa, e sotto questo punto di vista gli animali che respirano sono dei veri corpi combustili, i quali bruciano e si consumano. Nella respirazione, come nella combustione, è l'aria atmosferica che fornisce l'ossigeno ed il calorico; e nella respirazione è appunto la sostanza propria dell'animale, è il sangue che fornisce il combustibile. Se gli animali non riparassero abitualmente cogli alimenti ciò che essi perdono per la respirazione, l'olio mancherebbe subito alla lampada, e l'animale perirebbe, come una lampada si spegne quando manca di nutrimento ».

Questa combustione secondo *Lavoisier* avveniva esclusivamente nei pulmoni, i quali ricevevano l'ossigeno e davano in cambio l'ac. carbonico; *Lagrange* poi, *Spallanzani*, *Williams Edwards* ec. dimostrarono che questa ossidazione si compie proprio nel seno dei tessuti, che i pulmoni non rappresentano altro che gli organi nei quali si realizza lo scambio gassoso col mondo esterno, e che il sangue per passare da arterioso in venoso, cioè

Digitized by Google

per perdere ossigeno e per arrichirsi di ac. carbonico deve assolutamente passare per i vasi capillari nel seno dei tessuti. Questa dottrina essendo la vera, non deve escludere interamente la possibilità che anche nel sangue (oltre ai tessuti) si compia un processo di ossidazione, dovendosi ritenere per tanti fatti: 1° che l' *O* penetrato nel sangue attacchi prontamente le materie incompletamente ossidate (principii biliari, amidici ec.) venuti dai tessuti, onde portarle al grado massimo di ossidazione, e 2° che certe materie penetrate nel sangue dal tubo digerente (zucchero ed in parte il grasso), non potendo d'ordinario andare a far parte dei tessuti, vengano ad ossidarsi appunto nel sangue.

Il sangue adunque, caricatosi dei prodotti gassosi o volatili di ossidazione (*HO* e CO^2), arriva al pulmone per l'arteria pulmonare come sangue *venoso*, si spande nella rete capillare degli alveoli, subisce lo scambio coll'aria, e ne parte povero di acqua e di CO^2, e ricco di *O*, cioè *arterioso*. Ora quali sono le condizioni fisiche e chimiche per le quali si realizza questo scambio?

Lo scambio dei gas nel pulmone fra il sangue e l'aria è affidato a 3 fattori, che sono: 1° l'affinità chimica fra l'emoglobulina e l'ossigeno dell'aria, 2° la diffusione e l'osmosi fra i gas del sangue e quelli dell'aria, e 3° la dissoluzione dei gas dell'aria nell'acqua del sangue.

I globuli rossi rappresentano il veicolo, pel quale l'*O* nel corpo arriva dai pulmoni ai tessuti, giacchè mentre il siero del sangue assorbe pressochè la stessa quantità di *O* che l'acqua, o poco più, il siero unito ai globuli (sangue defibrinato) ne assorbe una quantità stragrande, niente affatto soggetta alle leggi stabilite di assorbimento dei gas per i liquidi (mentre 1000 v. di *HO*, secondo Gay-Lussac, assorbono 9 ¼ v. di *O*, 100 v. di sangue in pari condizioni ne assorbono da 100 a 130 v. — *Hardy*). La ragione di questo assorbimento speciale per l'*O*, operato dai globuli, si fece dapprima consistere da *Liebig* nella fissazione dell'*O* operata nei globuli dal loro ferro, che diveniva per ciò perossido di ferro. In seguito si ammise una virtù catalitica dei globuli sull'*O*, per cui questo veniva assorbito in gran copia, come l'idrogeno dalla spugna di platino. Oggi però essendosi studiata bene la sostanza propria di globuli, cioè l'emoglobulina, ed essendosi conosciuta la sua grande affinità per l'*O*, non che le sue qualità spettroscopiche distintive prima e dopo averlo assorbito, si ammette che l'*emoglobulina ridotta* del s. venoso giunta nel pulmone in presenza dell'aria si muti in *ossiemoglobulina*, costituendo così la sostanza speciale dei globuli del s. arterioso, sostanza di una composizione *molto labile*, potendo perdere il suo *O* sia per l'azione del vuoto, sia per correnti di altri gas indifferenti, sia pure in presenza dei corpi riducenti. Secondo *Preyer* 1 gram. di emoglobulina sciolta nell'acqua assorbe 1,3 c. c. di ossigeno, alla temperatura di 0° e a 1 metro di mercurio di pressione.

La *diffusione* è una seconda condizione di scambio gassoso nel pulmone; intendesi per *diffusione di gas* il fenomeno che ha luogo quante volte

due gas, contenuti in due recipienti si lasciano comunicare tra loro, si stabilisce in tal caso una doppia corrente, e ciascun gas passa dal vase dov'è contenuto nello spazio occupato dall'altro fluido, tanto che dopo un certo tempo il mescuglio presenta la stessa composizione in entrambi i recipienti; perchè avvenga prontamente questa diffusione, oltre che i gas debbono essere di natura diversa, bisogna che anche la temperatura e la pressione sieno diverse. Tutt'i gas, senza eccezione, si diffondono fra loro; la loro diffusione dipende soltanto dalla loro espansibilità, e non già, come nella diffusione dei liquidi, dall'attrazione fra le molecole dei due fluidi, capaci di mescolarsi. Se poi i due gas sono separati da un diaframma poroso, attraverso il quale si stabilisce lo scambio, allora si ha il fenomeno della *osmosi gassosa*, la quale dura finchè i due mescugli sulle due facce del diaframma non divengono omogenei.

Nel pulmone, a tenor di linguaggio, si avvera tanto la *diffusione* che l'*osmosi* dei gas, la prima ha luogo in tutto lo spazio o in tutte le vie broncoalveolari, e la seconda fra il contenuto degli alveoli ed il contenuto dei vasi sanguigni.

Quando un'uomo normale inspira i suoi 500 c. c. di aria atmosferica, questa non giunge immediatamente proprio al fondo degli alveoli; e così pure, quando si espirano i 500 c. c. di aria questi non provengono allora per allora e direttamente dagli alveoli; invece fatta una normale inspirazione, l'aria atmosferica viene accolta nelle parti alte delle vie respiratorie, essendo queste già piene dell'*aria di riserva* e dell'*aria residuale*, e poi a poco a poco compie la *diffusione* coll'atmosfera pulmonare e raggiunge il fondo degli alveoli; ciò è tanto vero, che nella espirazione consecutiva la quantità di CO^2 non è eguale per tutto l'atto della stessa, essendo in principio di 3,35 %, ed alla fine di 5,41 % (in media l'aria di espirazione contiene 4,38 di CO^2 su 100 vol.); inoltre *Grèhant* col suo metodo della inspirazione d'idrogeno avrebbe trovato, che quando si esegue una inspirazione ed una espirazione ordinaria, cioè ciascuna di $\frac{1}{2}$ litro, *un terzo* circa dell'aria inspirata viene restituita all'atmosfera, mescolato con due terzi di aria viziata, e *due terzi* di aria pura restano e rinnovano, mescolandovisi o *diffondendovisi*, il contenuto dei pulmoni. Se poi si mantiene il respiro per molto tempo, cioè si permette all'aria inspirata di diffondersi completamente coll'atmosfera pulmonare, allora non si nota più la differenza di CO^2 nei singoli momenti della espirazione, quantunque in tal caso tutta l'aria espirata contenga una quantità eccedente di CO^2, cioè 7,57 su 100 vol. Le cause che facilitano e che sollecitano la diffusione od il mescolamento dei gas nel pulmone sono: 1.ª la differenza di temperatura e di densità fra l'atmosfera pulmonare e l'aria atmosferica, e 2.ª la ventilazione, o meglio lo squilibrio di pressione che si stabilisce fra l'aria ed il contenuto pulmonare in ogni atto della respirazione.

Rinnovatasi l'atmosfera pulmonare, si stabilisce l'*osmosi* fra i gas del-

l'aria e quelli del sangue venoso, attraverso una sottilissima membranella porosa, che risulta della parete dei capillari e della parete esile ed anista degli alveoli, privata quest'ultima anche del rivestimento epiteliale. L'*O* dell'aria, giunto negli alveoli pulmonari, è a supporsi che si disciolga nel liquido che imbeve la mucosa pulmonare; di poi fra questo liquido saturato di *O* e il sangue ricco di CO^2 si opera attraverso la membranella pulmonare un vero fenomeno di osmosi, il quale dà origine a due correnti in senso contrario: l'una trasporta l'*O* nel sangue, e l'altra conduce l'CO^2 alla superficie della mucosa respiratoria, e quando l'CO^2 è giunto nei pulmoni, si sviluppa e si elimina in gran parte dal suo dissolvente, rimanendone sciolto nel liquido della mucosa pulmonare tanto, quanto comportano le leggi della solubilità di questo gas nei liquidi (*Wundt*). Come si vede, questa osmosi o questo scambio di gas attraverso la membrana pulmonare è soggetto alle leggi che regolano la osmosi fra i liquidi ed i principii che tengono disciolti (1). Come si sa, lo scambio osmotico dovrà durare fino a che esiste squilibrio di saturazione (relativo sempre ai rispettivi *equivalenti endosmotici*) fra i due liquidi separati dalla membrana porosa; ed una volta avvenuto l'equilibrio di saturazione, cessa interamente lo scambio. Un tale equilibrio di saturazione fra il sangue ed il liquido della mucosa pulmonare non si potrà mai raggiungere, stante il fatto che il sangue tocca l'alveolo e passa, senza fermarvisi, e che l'atmosfera pulmonare è sempre rinnovata; dippiù non appena entra un poco di ossigeno nel plasma del s. venoso, subito si combina ai globuli e scompare dal liquido, e ciò fino a che tutta l'emoglobina ridotta non si sia mutata in ossiemoglobina.

L'aria penetrata negli alveoli si trova in contatto *mediato* con un liquido acquoso, qual'è il plasma sanguigno (il contatto si potrebbe dire *immediato*, facendo la mucosa bagnata tutto un corpo colla massa liquida del plasma), è naturale che i gas dell'aria, essendo solubili nell'acqua, si dissolvano e restino assorbiti dal plasma a tenore del loro *coefficiente di assorbimento o di solubilità*, pel quale s'intende il volume di un gas disciolto dalla unità di volume dell'HO distillata a 0° e a 760^{mm} di pressione. La solubilità dei gas aumenta in ragione *diretta* della pressione ed in ragione *inversa* della temperatura, onde a ogni temperatura corrisponde un coefficiente di solubilità (2); alla ebollizione i liquidi perdono i gas che tenevano disciolti; l'assorbimento del gas operato da un liquido cessa non appena si stabilisce l'equilibrio fra la pressione del gas contenuto nel liquido e quello che sta

(1) In tutta la mucosa respiratoria è possibile tanto una osmosi pel gas che pei liquidi, e ne fanno fede gli assorbimenti rapidi ed attivi di materie medicamentose o tossiche solubili o volatili (etere, cloroformio, trementina, iodo, tannino ec:), che si fanno inalare mediante i *nebulizzatori*.

(2) A 15° e a 760^{mm} il coefficiente di solubilità dell'*Az* è 0,0148, dell'*H* è 0,0193, dell'*aria* è 0,0179, dell'*O* è 0,0299, dell'CO^2 è 1,0020, dell'*HS* è 3,2326, dell'SO^2 è 43,564, dell'*HCl* è 500,000, dell'AzH^3 è 727,2 (*Bunsen*).

allo esterno. Allorchè un liquido viene in presenza di un mescuglio di gas, ciascuno di questi è assorbito come se fosse solo, cioè a dire in quantità proporzionata al suo coefficiente di solubilità, e alla pressione che gli è propria nel mescuglio; ne risulta che la composizione del mescuglio gassoso *disciolto* differisce quantitativamente da quella dell'atmosfera in contatto del liquido, così l'aria disciolta nell'acqua consta di 34 di *O* e 66 di *Az*, essendo il primo più solubile del secondo.

Stante adunque queste leggi circa la solubilità dei gas nei liquidi, é naturale come l'aria venendo in contatto del plasma sanguigno, debbano i suoi gas disciogliersi in quest'ultimo in ragione del loro coefficiente di solubilità, e della pressione che essi hanno nell'aria, paragonata alla pressione che gli stessi gas già esercitano nell'acqua del plasma. Quindi per questa sola forza bisogna avere assorbimento di ossigeno ed eliminazione di ac. carbonico, giacchè mentre l'*O* (alla temperatura di 40°) presenta nel sangue venoso la pressione di $9^{mm},26$, nell'aria lo stesso *O* ha una pressione di $159^{mm},6$ (poco più di $^1/_5$ di atmosfera), onde si deve avere assorbimento di *O* nel sangue, e questo divenuto arterioso, il suo *O* presenta la pressione di circa $17^{mm},61$ (1); al contrario l'CO^2 mentre ha una pressione quasi di 0^{mm} nell'aria, conserva invece una pressione di $30^{mm},6$ nel sangue venoso, e per ciò nel pulmone si avrà eliminazione di CO^2 dal sangue nell'aria, onde questa nella espirazione acquista una pressione di CO^2 di circa 25^{mm} (*Holmgren*). Il sangue venoso adunque portandosi nei pulmoni sempre povero di *O*, avviene che ne assorbe sempre dall'aria, finanche quando questa non ne contenga che poche tracce; e all'opposto si può dare il caso che la pressione dell'CO^2 nell'aria cresca significantemente, ed allora non solo non si elimina più l'CO^2 dal sangue venoso, ma questo può anche assorbirne dall'aria.

Il sangue venendo in contatto degli alveoli pulmonari, sia per la vastità della rete capillare, sia per la cedevolezza del contenuto gassoso degli alveoli, la sua pressione scema di molto, e quindi l'CO^2, massime quello combinato in eccesso ai carbonati, si sprigiona e viene eliminato coll'aria di espirazione. Anche l'assorbimento di *O* è per sè stesso causa di eliminazione di CO^2 dal sangue; infatti avendosi del s. venoso in un recipiente e mescolandolo a un certo volume di *O*, si ottiene molto CO^2 libero; sembra da ciò che o l'ossiemoglobulina operi da acido capace di scacciare l'CO^2,

(1) Se l'aria si carica artificialmente del doppio o triplo della quantità di *O* normale, gli animali non soffrono, nè vi è rilevante disturbo nella quantità di *O* assorbito, e di CO^2 prodotto in un dato tempo (*Regnault* e *Reiset*). Quando poi un'animale si trova nel gas ossigeno, ne assorbe molto di più nella unità di tempo (*Allen* e *Pepys*), e poi a poco a poco si *accomoda* a quell'insolito ambiente, rallentando molto la respirazione, e riducendo l'assorbimento di *O* pressochè alla misura normale (*Vierordt*).

ovvero che la fissazione dell' O ai globuli produca dei veri acidi, o finalmente (secondo *Robin* e *Verdeil*) che nel pulmone per reazioni speciali si produca un'acido, detto *ac. pneumico*, capace di scacciare l'CO^2 dal s. venoso.

L'azoto infine sia per il suo tenue coefficiente di solubilità, sia per la sua grande indifferenza chimica non solo non viene assorbito, ma quanto una sua piccola porzione si elimina dal sangue venoso nel pulmone, ad onta che la sua pressione nell'aria sia molto grande relativamente all'ossigeno; ciò vuol dire che nell'assorbimento dell' O i fatti chimici predominano molto sulle leggi fisiche di solubilità e di osmosi gassosa.

Mancanza di ossigeno — Le *cause* della mancanza di ossigeno nel sangue sono: lo spostamento dell' O, ovvero la sottrazione dello stesso fatta da gas indifferenti o riducenti, la dimora in ambienti chiusi, nel vuoto, sott'acqua, lo strangolamento, l'oppilazione della trachea o dei bronchi, la disturzione di gran parte del parenchima pulmonare, l'embolia (otturamento) dell'art. pulmonare, la stasi o l'arresto del sangue nella rete pulmonare, la compressione del pulmone per versamenti pleurici o per grande pienezza dell'addome, la rottura del pulmone, il pneumo-torace, infine l'anemia.

Riguardo alla dimora in ambienti confinati gli animali spesso muoiono non tanto per la mancanza dell' O quanto per l'accumolo di CO^2 nell'aria, che impedisce l'esalazione di altro CO^2 dal sangue, anzi talvolta si può avere assorbimento di CO^2 dall'ambiente. Quindi perchè un'animale viva a lungo in un'ambiente chiuso, bisogna che in quest'ultimo si trovi una sostanza capace di assorbire l'CO^2 a misura che si forma, ad es. la calce o la potassa. Scemando la quantità di O nell'aria l'individuo dapprima compensa questo difetto coll'aumentare di frequenza e di profondità la sua respirazione, come si osserva negli ambienti chiusi, e sopratutto nelle ascensioni aerostatiche e sugli alti monti; ma poi aumentando il difetto di ossigeno si stabiliscono dei sintomi gravi, ai quali tien dietro la morte, la quale nei mammiferi avviene allorchè nell'ambiente resta appena il 2 % di ossigeno, negli uccelli quando non ve ne resta che il 3 al 4 %, e nei rettili quando tutto l'O è stato consumato (*P. Bert*). Quando si fanno delle elevate ascensioni aerostatiche, ovvero delle ascensioni sulle alte montagne, si avverano spesso negl'individui dei sintomi, dovuti alla più o meno diminuita pressione atmosferica; questi sintomi sono: la dispnea, un senso di fatica o stanchezza nelle membra, delle congestioni venose, ed infine delle rotture di vasi capillari superficiali, che perdono di resistenza contro il sangue, e si hanno emorragie da parte dei pulmoni, del naso, delle labbra ec.; questi sono i principali accidenti che sopravvengono in simili circostanze, e che *Da Costa* pel primo descrisse sotto il nome di *male di montagna*, e che recentemente *Lortet* in due ascensioni al Monte Bianco (1869) ha di molto illustrato mediante varii apparecchi grafici e misuratori, di cui dispone la Fisiologia sperimentale (*Wundt*).

Gli *effetti* generali della mancanza di *O* sono: in primo luogo il grande accumolo di CO^2 nel sangue, che è seguito immediatamente da profonda, difficoltosa e frequente respirazione (*dispnea*); seguono a gradi avvanzati convulsioni estese per la cattiva stimolazione che fa il sangue carbonioso sul midollo allungato; infine si stabilisce più o meno rapidamente l'*asfissia*, in cui l'individuo è apatico, assopito (*narcosi carbonica*), impossibilitato a muoversi o a sentire impressioni, con respirazione superficiale e pulsazione cardiaca debole e rara, con temperatura che va sempre declinando e con colorazione livida agli estremi ed alla faccia (*cianosi*); infine a tutti questi sintomi segue la perdita di eccitabilità dei centri nervosi, l'impossibilità a respirare, il soffermamento del cuore, e quindi la *morte*, che si dice *per asfissia*. All'autossia il sangue è tutto piceo, ricchissimo di CO^2 e senza traccia di *O*. Se la causa della mancanza di *O* è lenta e graduata (come nelle malattie cardiache e pulmonari croniche), si stabilisce nell'individuo una specie di abitudine a respirare con poco *O*, ed allora si presenta freddo, apatico, debole, torpido e cianotico in viso.

Nello stato asfittico, finchè il cuore batte, è ancora possibile salvare l'individuo (ad eccezione del caso di saturazione del sangue coll'ossido di carbonio) mercè insufflamento di ossigeno nei pulmoni (*respirazione artificiale*); si succedono in tal caso i fenomeni in senso contrario, cioè dapprima le convulsioni, quindi la dispnea, poscia la respirazione ordinaria, ed infine se l'insufflamento di *O* è molto attivo si ha l'*apnea*, val dire soppressione dei movimenti respiratorii per la poca tensione dell'CO^2 nel sangue (*Hermann*).

L'*asfissia* negli ambienti confinati si produce non appena la proporzione dell'CO^2 nell'aria di inspirazione raggiunge il 10 p. 100 (facendosi la diminuzione dell'*O* nella stessa proporzione); già un malessere profondo, una debolezza ed un dolore al capo si manifestano anche quando l'1 p. 100 di *O* nell'aria viene sostituito da altre sostanze gassose. Quindi è che un'uomo dovendo vivere in una data quantità di aria, questa dev'essere ventilata e sufficiente; per respirare un'aria che sia in uno stato di purezza sufficiente, ogni uomo deve avere almeno 22 metri cubici per lui solo di uno spazio facilmente accessibile all'aria atmosferica; una camera di $2^m,50$ in ogni senso non misura che 15,60 met. cub. di aria, bisogna dunque abitare una camera che abbia almeno 3 metri in ogni senso per essere (appena) in condizioni igieniche (*Huxley*).

Respirazione di gas eterogenei — L'unico elemento indispensabile per l'animale è l'*ossigeno*, il quale non può essere sostituito da alcun'altro gas; invece l'azoto dell'aria, che serve come mezzo di diluzione, può essere sostituito da altri gas, come ad es. l'idrogeno. Tutt'i gas della chimica possono pervenire (in piccola od in gran copia) nei pulmoni, però essi determinano nell'organismo diversi effetti secondo la loro natura, ond'è che

vanno distinti, secondo *Hermann*, in tre categorie: 1.ª gas *indifferenti*, 2.ª gas *irrespirabili* od *irritanti*, e 3.ª gas *velenosi*.

I gas della 1.ª categoria non si possono respirare, non già perchè nocivi, ma perchè non sono ossigeno, ad es. l'azoto, l'idrogeno ec.; questi gas respirati soli producono asfissia, ma mescolati all'*O* in proporzioni convenienti possono essere respirati per un certo tempo senza danno; così secondo *Regnault* e *Reiset* in un mescuglio di *H* e *O* la respirazione continua a farsi come nell'aria atmosferica.

I gas della 2.ª categoria possono penetrare nei pulmoni soltanto in piccolissima quantità, o meglio molto diluiti nell'aria, giacchè se sono concentrati od in un certo eccesso, irritano fortemente la mucosa laringea e producono lo spasmo della glottide, onde sono per sè stessi *irrespirabili*, come l'ac. cloridrico, l'ac. fluoridrico, l'ac. ipoazotico, l'ac. solforoso, l'ammoniaca, il cloro, l'ozono, ec.

Infine i gas della 3.ª categoria penetrano facilmente nei pulmoni, perchè non irritanti, ma non possono essere assorbiti nel sangue anche in piccola quantità senza produrre gravi disturbi, e finanche la morte. Questi gas si dividono in: 1.° gas *riducenti*, cioè che entrati nel sangue tolgono a questo tutto l'ossigeno e se lo appropriano, come l'idrogeno solforato, fosforato ed arsenicato, il biossido d'azoto ec.; 2.° gas *sostituenti* l'ossigeno, cioè a dire che lo spostano dai globuli ematici, si combinano a questi ultimi e li rendono incapaci a riassorbirlo, come l'ossido di carbonio, l'ac. cianidrico ec.; in questi casi i globuli essendo divenuti inatti a riassorbire l'*O*, il miglior mezzo per salvare gl'individui avvelenati sopratutto dall'*CO* (che fa coll'emoglobina del pari una combinazione rosso-chiara), prodotto dalla incompleta combustione del carbone, sarebbe quello della trasfusione del sangue dopo un copioso salasso (1); 3.° gas *esilaranti*, che producono ebbrezza e poi narcosi, come il protossido d'azoto, l'idrogeno bi-carbonato, l'ac. carbonico concentrato ec.; e 4.° gas *velenosi* di azione ignota, come il cianogeno.

§ 5.° — *Perspirazione o respirazione cutanea.*

La pelle dell'uomo è irrorata continuamente da sangue, il quale raggiunge proprio il reticolo di capillari più superficiale, cioè quello che si trova nello strato papillare del derma; ivi il sangue trovasi diviso dall'aria soltanto per l'epidermide, onde è in condizioni tali da potersi realizzare

(1) Secondo *Gréhant*, un cane respirando dell'aria con $^1/_{10}$ di *CO*, il s. arterioso fra 10 e 25 secondi contiene già il 4 % di *CO* ed il 14 % di *O*; respirando nello stesso ambiente per circa 1',30", il s. arterioso contiene 18,4 % di *CO*, ed appena 4 % di *O*.

uno scambio gassoso, cioè assorbimento di ossigeno dall'aria ed eliminazione di ac. carbonico e vapore acqueo dal sangue. Questo scambio a rigor di termini ha luogo anche per le mucose, che vengono in contatto dell'aria, come le mucose delle aperture naturali e la mucosa del tubo digerente, per la quale ultima il sangue respira l'aria deglutita coll'alimento.

La respirazione cutanea ha diversa importanza nei diversi animali, così mentre in molti vermi essa rappresenta l'unico mezzo per l'entrata dell'ossigeno nell'organismo, nei vertebrati ha del pari una grande importanza in quelli che sono nudi, cioè a dire negli amfibii, i quali hanno un grosso ramo dell'art. pulmonare, cioè la vena magna cutanea, destinata a spandersi nella pelle e a respirare per la stessa; infatti nelle rane si può benissimo praticare l'asportazione dei due pulmoni, ed intanto gli animali vivono per mesi, rimanendo libera la respirazione cutanea ed intestinale (1), anzi questi animali se vengono inverniciati (con gelatina, catrame ec.) e quindi impediti a respirare per la pelle, presentano costantemente sintomi di asfissia e muoiono dopo poco tempo. Del pari nell'uomo la soppressione della respirazione in un gran tratto di superficie cutanea (inverniciamento, scottature, causticazioni estese ec.) determina una esagerazione nella funzione dei pulmoni, ed in generale delle iperemie vaste negli organi splancnici, con emorragie e talvolta infiammazioni. Secondo *Gerlach* i conigli inverniciati, dopo aver raso il pelo, muoiono fra 12 ore con abbassamento di temperatura da 38° a 24°. I cavalli, su cui dopo raso il pelo si spalma della colla forte dapprima e quindi del catrame, muoiono dopo 9 ore sotto un'abbassamento di temperatura ed un'indebolimento della respirazione e del polso (*Palladino*).

La perspirazione nell'uomo è più attiva ed esagerata nei bambini, anzichè negli adulti, giacchè nei primi la epidermide è sottilissima, la cute è delicata, è ricca di capillari sanguigni ed è più estesa relativamente alla massa del corpo.

Nella pelle le condizioni che favoriscono lo scambio gassoso sono: la grande estensione della superficie esterna del corpo, ed il trovarsi immersa di continuo in un'ambiente che si rinnova da sè senza alcuno sforzo muscolare, come per la respirazione pulmonare; invece le condizioni che ostacolano o che rendono poco attiva la perspirazione sono: l'epidermide più o meno spessa, il reticolo capillare diradato e non così fitto come nel pulmone, e l'arrivo di una porzione e non di tutto il sangue del corpo, sangue che spesso venendo dai muscoli sottostanti è molto venoso. Con tutto questo però la respirazione per la pelle è evidente, giacchè se si pone il braccio di un'uomo vivo in un recipiente di vetro chiuso e pieno di a-

(1) *Albini* ha tenuto in vita una rana senza pulmoni per 116 giorni — *V. Rend. Acc. Reale — giugno 1866.*

Digitized by Google

ria, quest'ultima a poco a poco diviene povera di ossigeno e ricca di acqua e di ac. carbonico, onde venendo in contatto dell'acqua di calce la imbianca.

Per studiare le modifiche dell'aria per la perspirazione *Regnault* e *Reiset* hanno collocato un'uomo od un'animale in una cassa ermeticamente chiusa, senza comprendervi la testa, e vi hanno fatto passare una corrente di aria, la quale all'uscita è stata convenientemente esaminata. Secondo questi Autori un cane messo per 8 ore all'esperimento avrebbe dato i seguenti risultati, cioè mentre l'*aria atmosferica* su 100 vol. contiene 20.81 di *O*, 79.15 di *Az*, e 0.04 di CO^2, l'*aria di perspirazione* su 100 vol. conterrebbe 20.76 di *O*, 78.97 di *Az*, e 0.27 di *CO*. Da ciò si è dedotto che un cane in 24 ore non elimina più di 1 a 2 gram. di CO^2 per la pelle. Quest'CO^2 secondo *Gerlach* aumenterebbe durante il lavoro muscolare.

La perdita di acqua che si fa dalla pelle per evaporazione (oltre quella per la secrezione sudorica) è molto attiva; infatti il corpo umano rappresentando un corpo bagnato tenuto all'aria, è naturale che si debba stabilire una evaporazione più o meno rapida, anche se questo corpo fosse morto.

La perdita di acqua per la pelle è circa il doppio di quella pei pulmoni, potendo giungere ad un litro e più nelle 24 ore. Secondo *Krause* l'acqua perduta per la pelle, sia per respirazione, sia per sudazione, può oscillare fra 500 a 1500 grammi. Questa perdita di acqua può crescere per molte circostanze interne ed esterne; fra le prime bisogna notare l'afflusso maggiore di sangue alla pelle, la quale diviene perciò più umida e più calda, l'uso di molta bevanda acquosa, il tempo della digestione e dell'assorbimento; e fra le seconde, l'agitazione dell'aria, uno stato igrometrico molto tenue, la stagione estiva ecc.

Per conoscere la quantità di acqua che si perde in complesso per la pelle nelle 24 ore si adopera l'apparecchio di *Weyrich* (*Tav. VIII*).

APPENDICE ALLA RESPIRAZIONE

---

§ 6.° — *Termogenesi e temperatura animale.*

La respirazione equivale ad ossidazione, e questa allorchè è alquanto rapida si accompagna costantemente a sviluppo di calore; ora nell'organismo umano verificandosi una ossidazione alquanto energica, è naturale che si debba avere sviluppo di calore.

Gli animali per la temperatura del loro corpo si dividono in *omeotermi*

ed *eterotermi*, i primi cioè aventi una temperatura costante (mammiferi, uccelli); ed i secondi una temperatura variabile (rettili, anfibii, pesci, invertebrati); nei primi lo sviluppo e la perdita di calore si compensano fra loro, e nei secondi questa compensazione è assai insufficiente per essere scarso lo sviluppo del calore ed intense le perdite, per cui una volta che il raffreddamento del corpo è giunto a un certo grado, le funzioni della vita di rapporto tacciono, e solo si continuano le vegetative, quantunque rallentate ed intorpidite; questo stato, accompagnato ad un sopore profondo, costituisce il *letargo* o *sonno invernale*.

Qual' è la *termogenesi* o l' origine del calore animale?

Vi sono tre origini: 1.ª la *ossidazione* che si compie in tutti gli elementi cellulari dell' economia, i quali ricevono dal sangue contemporaneamente l' ossigeno ed il materiale ossidabile; 2.ª l' *attrito*, che si ha in ogni parte dell' organismo, come tra la pelle ed i muscoli, tra i muscoli vicini, tra i tendini e le loro guaine, tra i visceri e le pareti delle cavità, infine tra il sangue e le tuniche vasali (e questo è l' attrito più significante); e 3.ª i *movimenti* muscolari, i quali dànno calore per doppia ragione, cioè per la grande ossidazione che ha luogo nei muscoli in attività e per l'attrito esteso, che si compie fra i muscoli, fra i singoli loro fasci e fra questi e le guaine corrispondenti.

Tutte queste cagioni del calore animale erano ammissibili fino a che non si è conosciuto l'equivalente meccanico del calore, ed il calore di combustione delle sostanze alimentari; ora sui dati di queste ricerche si può stabilire che, come nella macchina a vapore, il combustibile bruciando, genera calore e lavoro meccanico, così pure nell' animale la combustione degli alimenti è l' *unica* sorgente del calore e del lavoro meccanico di contrazione muscolare; semprechè il corpo trovasi soggetto a una maggiore perdita di calore, ovvero ad un' insolito lavoro meccanico, la combustione aumenta anch' essa e lo prova la maggior copia di CO^2 ed HO che si perde; se il lavoro o la perdita di calore cessa a un tratto, si riscontra nel corpo un'aumento di temperatura fino a che il processo di combustione non rientra nei suoi limiti. Il lavoro meccanico reso da un'animale (che rappresenta la metamorfosi del suo calore in forza meccanica) serve in complesso a vincere due sorta di resistenze, le interne cioè, e le esterne; nel vincere le prime il lavoro meccanico non viene tutto distrutto, giacchè in gran parte ritorna allo stato di calore, come negli attriti (massime del sangue contro i vasi), in cui si ha lavoro perduto e calore prodotto; invece per vincere le resistenze esterne tutto il lavoro impiegato dall' organismo viene perduto dallo stesso, e da ciò la necessità di aumentare il processo di combustione affine di produrre novello calore, che deve poi in gran parte mutarsi in forza meccanica; onde si ha che un' uomo elevando il suo corpo all'altezza di 571 metri in un' ora, esala 5 volte più di CO^2 di quando è in riposo (*Smith*). Quindi nel corpo uno è il movente di tutte le forze attive, cioè la

Digitized by Google

combustione, la quale poi essendo lenta e moderata, come nel completo riposo, dà un moderato sviluppo di calore, invece divenendo rapida ed esagerata, come nell'attività, rende libera una eccessiva copia di calore, e questa in gran parte si muta in forza meccanica, necessaria sì nell'interno che all'esterno del corpo.

I muscoli rappresentano nel corpo le macchine destinate a convertire l'energia potenziale in forze meccaniche; queste forze provengono principalmente dall'ossidazione delle sostouze contenute nel sangue, e non dalla ossidazione dei muscoli (*Hardy*).

L'uomo produce in 24 ore una quantità tale di calore, capace di elevare 25 kilogr. di acqua da 0° a 100°. Questo calore a misura che si produce non si accumola nel corpo, ma si disperde per irraggiamento, per contatto e per evaporazione.

Helmholtz valuta di 2800 calorie la qnantità di calore prodotta giornalmente dall'uomo (la *caloria* è la quantità di calorico necessaria per far passare un kilogrammo di acqua da 0° a 1°) cioè circa 1,87 caloria per minuto primo; questa quantità immensa di calore eleverebbe di 1°,2 all'ora la temperatura del corpo, se l'irraggiamento, l'evaporazione e le altre ragioni di perdita non ristabilissero l'equilibrio ad ogni istante (*Wundt*).

Come si riconosce la *temperatura* animale?

Nelle ricerche delicate, che servono a valutare quantità insensibili di calore si adopera la termopila ed il termomoltiplicatore (*Tav. VIII*); nelle ricerche mediche poi si fa uso del termometro, il quale deve avere il bulbo libero, lungo e cilindrico, la colonna sottilissima, ed una scala estesa fra circa 20° e 50° del centigrado, infine ogni grado dev'essere almeno diviso in quinti. Questo termometro si applica d'ordinario sotto l'ascella, e vi si fa rimanere per circa uu quarto d'ora.

Nel corpo umano si hanno luoghi di massimo e di minimo di calore, i primi sono quelli in cui l'ossidazione è energica e la circolazione attiva (muscoli, glandole), ed i secondi quelli in cui la ossidazione è più debole, e la circolazione più scarsa o mancante (adipe, cartilagini, tessuti cornei). In generale si potrebbe dire che il *calore proprio degli organi* dipende in parte dalla temperatura del sangue che li attraversa, in parte dal calore sviluppato dalla loro funzione, ed infine dalla più o meno grande quantità di calore che essi possono perdere (*Wundt*). Il sangue poi, irrorando tutto il corpo, rappresenta il mezzo di equilibrazione del calore animale, ed è il calorifero per eccellenza, onde affluendo in un punto lo riscalda, come in seguito al taglio dei nervi vasomotori.

L'individuo va soggetto a perdite di calore per varie circostanze, quali sono: la irradiazione, che è massima nei bambini, avendo questi una superficie di corpo più estesa relativamente alla massa, il contatto di un'ambiente freddo, la evaporazione cutanea e pulmonare, la introduzione di sostanze fredde che poi si riscaldano nel corpo, come le bevande, l'alimento,

Digitized by Google

l'aria di inspirazione (1); l'espulsione dal corpo di materiali molto riscaldati (urina, fecce, aria di espirazione); il ricambio delle vesti ec.

Helmholtz valuta la ripartizione delle perdite di calorico nel modo seguente, su 100 di calorico prodotto:

irraggiamento ed evaporazione cutanea	77.5
riscaldamento delle sostanze introdotte	2.6
riscaldamento dell'aria inspirata	5.2
evaporazione pulmonare.	14.7

L'organismo però possiede naturalmente dei mezzi onde impedire gran parte delle perdite, e questi sono principalmente i tessuti cornei, massime i peli coll'aria che ritengono, ed il pannicolo adiposo sottocutaneo, il quale è tanto più sviluppato per quanto la perdita di calore è più facile (neonati, animali dei climi glaciali).

La temperatura dell'uomo allo stato normale, misurata sotto l'ascella, è di 37° del centigrado (2), e può salire o scendere soltanto di circa 0°,5, oltre i quali limiti se sale molto si ha la febbre, se invece scende troppo si ha l'algidismo, come nel colera, nella inanizione ec:. Le ore del giorno in cui la temperatura del corpo è più bassa sono quelle del levarsi al mattino, mentre la temperatura normale più alta si osserva durante la digestione e l'assorbimento intestinale Anche l'età influisce sulla temperatura, così nei neonati è in media di 37°.8, negli adulti (da 30 a 60 an.) è di 36°.8 a 36°.9, e nei vecchi è di 37°.4 (*Baerensprung*).

L'uomo infine può sentire l'influenza del caldo e del freddo esterno, ed in entrambi i casi vi reagisce opportunamente. Al freddo reagisce col mangiare molto, col fare molto moto, col fare uso di sostanze grasse, amilacee o zuccherose ed alcooliche, coll'esagerare la respirazione e coll'adoperare vesti cattive conduttrici del calore, come la lana, dippiù i vasi sanguigni cutanei si restringono, la pelle diviene anemica e quindi poco calore si perde dal sangue. Al caldo poi reagisce con una profusa sudazione, nel qual caso l'evaporazione di acqua alla superficie del corpo riesce a diminuire di molto il calore, coll'uso dei bagni, col riposo, col prendere poco alimento, e colla dimora in luoghi campestri; l'azione del caldo rilascia le arterie, queste si dilatano, corre molto sangue alla pelle, ed in pari tempo molto calore si perde compensativamente dal sangue.

(1) Le ricerche di *Malgaigne*, di *Liebig*, di *Bernard*, di *Walferdin*, di *Colin*, di *Jacobson* e di *Bernhardt* hanno mostrato che presso gli animali il sangue del cuore destro possiede una temperatura superiore di qualche decimo di grado (0°,1 a 0°,4) a quella del sangue del cuore sinistro; ciò indica che il sangue si raffredda un poco traversando i pulmoni (*Wundt*).

(2) Nella bocca sotto la lingua la temperatura è di 37°,2, nel retto e nella vagina è di 37°,3 a 37°,4.

Digitized by Google

CAPITOLO VI°

SECREZIONE

Gli Antichi intendevano per secrezione la proprietà che avevano le glandule di segregare dal sangue alcuni principii specifici; oggi la virtù secretiva si ritiene propria di tutti gli elementi cellulari, e consiste nel ricevere dal sangue dei materiali nutritivi e nel *metamorfosarli per propria attività*, in modo da renderli identici a quelli già preesistenti nel contenuto cellulare (1). Il prodotto di secrezione poi subisce diverso destino, cioè o rimane nella cellula in forma di contenuto (miosina, mielina, keratina ec.), o si espande intorno alla stessa in forma di materia intercellulare (gelatina, condrina ec.), o finalmente essendo molto abbondante diviene libero (bile, saliva, urina ec.) e si raccoglie in appositi condotti o cavità per venire a versarsi su di una superficie libera del corpo; in quest' ultimo caso le cellule diconsi di *secrezione* o *glandulari*. Queste cellule sono in generale derivazioni di un' epitelio di rivestimento, e trovansi raccolte in apposite cavità o fondi ciechi, ove insieme ad altri tessuti necessarii per la secrezione costituiscono degli organi più o meno complicati, detti *glandule*.

§ 1.° — *Glandule — Loro prodotti — Classifica delle secrezioni*.

Le *glandule* sono gli apparecchi in cui si allogano le cellule di secrezione, e da cui vengono fuori dei prodotti speciali, destinati a varii usi.

Le glandule in generale si sviluppano tanto dalla superficie esterna (epidermoidale), che interna (epiteliale) del corpo; dalla prima a mo' di introflessioni, e dalla seconda a mo' di extroflessioni, contenendo sempre nel loro interno le cellule di secrezione o glandulari, che fanno continuazione non interrotta cogli epitelii di rivestimento. Nel formarsi le glandule, come propagini epiteliali, possono assumere due forme o tipi, alcune cioè restano cilindriche o *tubulari*, nel mentre che altre divengono ampolliformi nei loro fondi ciechi od *acinose*; tanto le glandule tubulari poi che le acinose possono rimanere con un solo fondo cieco ed un'unico dottolino escretore, e possono complicarsi e diramarsi in modo da acquistare più fondi ciechi in relazione con molti dottolini escretori, i quali tutti poi terminano nel dotto escretore principale; nel primo caso si hanno le glandule acinose o tubulari *semplici*, e nel secondo le acinose o tubulari *composte*. I dotti escretori spesso nel loro decorso presentano dei serbatoi o diverticoli, desti-

(1) Notisi che i soli prodotti di secrezione suppongono necessariamente l'attività specifica di elementi cellulari; chè quando nel corpo si raccolgono in un punto dei prodotti venuti direttamente dal sangue (come ad es. i sieri), questi diconsi *trasudati* e non *secregati*.

nati a contenere l'umore che viene dalla glandula, e ad espellerlo in tempo opportuno (cistifellea, vescica urinaria, vescichette spermatiche ec.)

Ogni glandula nel suo tipo più semplice dev' essere costituita dai seguenti elementi; allo interno deve avere l'*epitelio di secrezione*, continuazione dell' epitelio della membrana sulla quale si versa l'umore, e poi una sottile membrana basamentale, porosa e spesso interrotta, che serve a reggere e a contenere l'epitelio (*membrana propria* della glandula). Allo esterno di questa membrana si trova d'ordinario il connettivo periglandulare, in cui decorrono i vasi ed i nervi della glandula; i primi terminano con anse o reti sottilissime proprio al di sotto della membrana propria, ed i secondi possono nella glandula terminare in tre parti, val dire o nella tunica muscolare dei vasi sanguigni (nervi vasomotori), o nella tunica muscolare dei grossi dotti escretori, od infine direttamente nelle cellule epiteliali di secrezione, come ha visto Pflüger nelle glandule salivari (p. 66).

La produzione del materiale specifico di secrezione esige due condizioni indispensabili, quali sono: 1.ª l'attività della circolazione sanguigna, e 2.ª l'esistenza di un epitelio *specifico*, capace cioè di metamorfosare i prodotti nutritivi ricevuti dal sangue nel materiale specifico di secrezione. L'essenza di questa metamorfosi in gran parte è ignota, in generale però essa si può ridurre o ad un processo di ossidazione (urina, bile ec.), ovvero ad un processo di degenerazione (sevo, muco ec.).

L'assorbimento dei materiali necessarii dal sangue, ovvero la penetrazione di questi dal sangue nella glandula può avvenire per due forze principali, per quella cioè di *osmosi* e per l'altra di *filtrazione;* per la prima penetreranno a preferenza gli albuminoidi od albuminati, le materie coloranti ec., ed invece per la seconda passeranno nella glandula l'acqua, i sali, le materie estrattive od amidiche ec:.

La diversa attività poi di osmosi e di filtrazione nelle diverse glandule tiene sia alla composizione chimica degli elementi cellulari della glandula, che debbono attuare lo scambio col sangue, sia pure alle condizioni idrostatiche ed idrodinamiche proprie di ciascun' parenchima glandulare. E a notarsi però che in ogni glandula attuandosi più o meno questi due processi fisici, il prodotto che viene fuori dalla glandula contiene tanto elementi specifici, dovuti all'attività specifica degli epitelii glandulari, quanto elementi comuni venuti direttamente dal sangue e non alterati.

Una volta prodotto il materiale specifico di secrezione, s' incammina per i piccoli dotti escretori la mercè della capillarità e della *vis a tergo* del nuovo prodotto che arriva; allorchè poi il materiale ha raggiunto i grossi dotti, ne esce mediante la contrazione delle tuniche muscolari degli stessi. La *escrezione* degli umori viene aiutata pure dalla contrazione dei muscoli volontarii, massime in certe glandule, così il fegato viene premuto dal diaframma in ogni inspirazione, le glandule salivari restano compresse nei movimenti di masticazione, l'uretra viene svuotata dal m. bulbo-cavernoso ec:.

Digitized by Google

Le secrezioni si possono ridurre in diversi gruppi secondo il destino dei prodotti glandulari, che può essere vario. Questi gruppi sono tre, cioè:

1.° alcuni prodotti sono destinati a rientrare interamente nel torrente della circolazione, e sono: la *saliva*, il *succo gastrico*, il *succo pancreatico* ed il *succo enterico;*

2.° altri debbono essere in parte riassorbiti ed in parte eliminati, come la *bile*, l'*urina*, il *sudore* e l'*umore lagrimale;*

3.° altri prodotti infine debbono venire totalmente eliminati dall'organismo, come il *muco*, il *sevo cutaneo*, il *latte* ed i prodotti delle glandule genitali, come lo *sperma* e le *uova*.

(La distinzione delle secrezioni in *recrementizie* (secreti), *escrementizie* (escreti), e *sessuali* (uova e sperma) non sembra esatta, non sapendosi in tal caso dove annoverare ad es. la bile, di cui una parte si escrea ed un'altra si riassorbe).

Le secrezioni del primo gruppo si sono già trattate nella *Digestione*, assieme alla *bile* ed al *muco;* del *sevo cutaneo* e dell'*umor lagrimale* si dirà negli *Organi dei sensi;* lo *sperma*, le *uova* ed il *latte* verranno trattati nella *Vita riproduttiva;* quindi ora non rimane altro che l'*urina* ed il *sudore*, che sono le vere due *secrezioni escretive*, destinate cioè a metter fuori dell'organismo i prodotti nocivi fissi e non gassosi della ossidazione organica.

§ 2.° — *Secrezione dell'urina — Apparecchio urinario.*

Questa secrezione ha per iscopo di eliminare costantemente dal sangue i principii eserementizii liquidi, derivanti dalla ossidazione delle materie animali, sopratutto degli albuminoidi.

L'apparecchio destinato a questa funzione si compone di due parti, una *secretiva* ed un'altra *escretiva;* la prima è costituita dai due reni, da cui geme l'urina attraverso le papille renali; e la seconda consta delle due pelvi renali, che raccolgono mediante i calici l'urina dalle papille, dei due ureteri, che trasportano l'urina dalle pelvi nella vescica, della vescica urinaria od urocisti destinata a contenere l'urina e ad emetterla a discrezione della volontà, ed infine dell'uretra, che mentre nella donna serve soltanto alla escrezione dell'urina, nell'uomo serve pure alla escrezione dello sperma.

Il *rene* si compone di due sostanze, una midollare levigata e compatta, ed un'altra corticale granulosa e più molle. La sostanza midollare si termina verso l'ilo del rene (*Tav. VIII*) con tante eminenze coniche (10 a 15) dette *papille renali*, ciascuna delle quali presenta tanti fori alla superficie (10 a 30) e ciascun foro comunica con un tubulo urinifero retto della papilla. Tutti questi tubi uriniferi retti (ciascuno del diam. di $0^{mm},18$ a $0^{mm},2$) decorrono radialmente, si dividono e suddividono sotto angoli molto acuti,

Digitized by Google

e s' internano nella sostanza corticale del rene (*f. 69. T. VIII*); quivi giunti questi tubi retti, del diam. circa di $0^{mm},04$, divengono tortuosi, e dopo molte circumvoluzioni terminano in un ampolla, la quale comprende con due pagine un glomerulo di Malpighi, ed è detta *capsula di Bowman* (avente il diam. circa di $0^{mm},13$ a $0^{mm},2$); secondo *Schweigger Seidel* nella sostanza corticale del rene del maiale si troverebbero circa 500,000 capsule. *Henle* ha scoperto nel rene alcuni tubuli uriniferi aventi un decorso particolare; egli ammette in quest'organo due sistemi di tubi uriniferi, uno che si può iniettare dall' uretere, ed un' altro che è interamente chiuso; il primo avrebbe il libero sbocco sulle papille mediante i tubi retti, e terminerebbe con una rete chiusa nella sostanza corticale del rene; il secondo sistema invece risulterebbe di tubi, ciascuno dei quali incomincia con una capsula nella sostanza corticale, poi scende nella sostanza midollare, quivi fa una lunga ansa o festone, e poi ritorna nella sostanza corticale per terminare in un'altra capsula di Bowman. Altri Istologi recenti però con osservazioni più accurate si sono convinti, che il primo sistema di tubi terminante a rete chiusa non esiste, e che il secondo risulta di tubi, i quali incominciano con capsule nella sostanza corticale, decorrono tortuosi, poi si assottigliano (circa $0^{mm},02$ di diam.), scendono nella sostanza midollare, ivi formano dei festoni od anse lunghe, e poi ritornati nella sostanza corticale, si riuniscono ad altri tubi flessuosi per costituire un' unico tubo retto di *Bellini*, che va a sboccare sulla papilla (*f. 72. Tav. III*) (1); di tal che la sostanza *midollare* risulta di tubi uriniferi retti e di tubi a festoni, e la sostanza *corticale* invece di tubi contorti, di capsule terminali, ed anche di pochi tubi retti che si originano dalla riunione dei contorti (sarebbero i *tubi collettori* di *Ludwig*).

I tubi uriniferi, retti e tortuosi, risultano di una sottile membranella anista, omogenea ed elastica allo esterno, tapezzata internamente da cellule epiteliali, poliedriche e nucleate, le quali divengono cilindriche nei tubi retti in prossimità del loro sbocco sulla papilla; questi tubi sono tutti congiunti fra loro mediante scarso connettivo interstiziale. Nei tubi di Henle poi mentre la branca discendente presenta allo interno cellule epiteliali sottili e pavimentose, la branca ascendente invece quando si allarga di nuovo sulla sostanza corticale è tapezzata internamente da cellule epiteliali cubiche, granulose e nucleate.

L' arteria renale giunta all' ilo del rene si ramifica, ed i suoi rami circondano la pelvi, passano per la sostanza midollare, e giunti al limite fra questa e la corticale, dànno dei rami laterali i quali formano delle arcate,

(1) L' iniezione però completa per l' uretere di un tubo urinifero dal suo sbocco sulla papilla fino alla capsula di Bowman, compresa l' ansa discendente, rimane sempre un'operazione assai difficile. La lunghezza di questo tubo nell'uomo misurerebbe, secondo *Schweigger-Seidel*, 52 millim.

e da queste sorgono arteriole che s' innoltrano come raggi nella sostanza corticale (*f. 70. Tav. III*); ivi queste arteriole dànno tanti rami laterali grossi e corti, i quali si risolvono ad un tratto in un pennello di capillari, che s' intrecciano in mille guise e che poi si ricompongono in un'altra arteriola più piccola. Quest' intrecci vasali nella sostanza corticale, che ad occhio nudo compariscono come tanti punti rossi, diconsi glomeruli di *Malpighi* (*rete funzionale* del rene); ciascun glomerulo (*f. 71. Tav. III*) riceve un' arteria afferente più grossa, ne dà una efferente più piccola, e viene compresa con due pagine dalla capsula di Bowman (*Bidder, Reichert, Frey* ec.), che rappresenta l'origine a fondo cieco del tubo urinifero, e che secondo molti Autori manca del rivestimento epiteliale nella pagina in contatto coi vasi sanguigni, mentre l' altra pagina della capsula, che fa continuazione col tubo urinifero contorto, sarebbe tapezzata da epitelio pavimentoso. Le arteriole efferenti dai glomeruli si dividono in una rete sottilissima di capillari (*rete nutritizia*), la quale decorre attorno ai tubi uriniferi, li nutre, e poscia si ricompone nella vena renale.

Dal rene sorge il dotto escretore, l'*uretere*, il quale all'ilo proprio del rene si presenta dilatato ad imbuto e costituisce la *pelvi renale;* quest'ultima poi emana tante propagini, i *calici*, che circondano e comprendono le singole *papille*. L' uretere originato dal rene, decorre nell'addome dall' alto in basso, da dietro in avanti e da fuori in dentro per raggiungere col compagno il fondo della *vescica urinaria*, ove sbocca non direttamente, ma in senso obliquo, cioè da dietro in avanti. Agli ureteri segue adunque la vescica ed a questa l' *uretra*.

Tutte queste parti dell' apparecchio di escrezione risultano di una mucosa allo interno, e di una tunica muscolare allo esterno, ricoperta anche questa da connettivo più o meno spesso; nella pelvi renale la mucosa è sottilissima e presenta un' epitelio cubico stratificato, di cui le cellule superficiali hanno la faccia libera molto ispessita, come un cappelletto, dippiù la tunica muscolare della pelvi è del pari sottile; nell' uretere la mucosa e la tunica muscolare sono più spesse, tanto che il lume ne è molto ristretto, l' epitelio è cilindrico stratificato e la muscolare risulta di fibre circolari interne e longitudinali esterne, capaci di dare all' uretere il movimento peristaltico; verso la sua terminazione nella vescica l' uretere presenta un terzo strato di fibre allo interno in direzione longitudinale (*Frey*). La vescica tiene una mucosa molto spessa e tutta pieghettata, con poche e piccole glandule mucipare verso il basso fondo, il suo epitelio è stratificato e pavimentoso; la muscolare poi consta di grossi fasci di fibre lisce (m. *detrusore dell' urina*), i quali decorrono longitudinalmente e s' intrecciano tra loro; alle tre aperture poi della vescica (dei due ureteri cioè e dell' uretra) vi ha un sistema di fibre circolari, le quali all' origine dell'uretra costituiscono un vero sfintere a fibre lisce. Infine l' uretra ha, come semplice condotto escretore dell' urina, una mucosa elastica e ce-

devole, con epitelio stratificato, cilindrico nel suo decorso, e pavimentoso verso l'estremo anteriore, e con molte glandulette mucipare, dette del *Littre*; sotto della mucosa esistono fibre muscolari lisce longitudinali e circolari, tanto nell'uomo che nella donna; dippiù l'uretra, nell'uomo, in prossimità del suo bulbo presenta lo sbocco di due grosse glandule mucipare a grappolo, dette del *Cooper*, ed il bulbo stesso allo esterno è rivestito dal m. bulbo-cavernoso, che nelle sue contrazioni comprime il bulbo uretrale, svuotandolo del contenuto.

L'apparecchio urinario riceve dei nervi tanto dall'asse cerebro-spinale che dal gran simpatico; il rene presenta il plesso renale del gran simpatico, che emana dal plesso solare e che accompagna l'art. renale in tutta la sua distribuzione; i nervi della vescica vengono dal plesso ipogastrico del simpatico, e sono sotto il dominio di un centro speciale del midollo spinale, detto *vescico spinale*.

§ 3.° — *Urina — Sua secrezione ed escrezione.*

Composizione dell' urina — L' *urina* è il prodotto di secrezione dei reni. Essa è un liquido giallastro, acquoso, limpido, di un'odore speciale, di sapore salato e di reazione acida. L'urina appena emessa ha una temperatura di circa 37°C (nell'uomo), ed è perfettamente limpida, ma poscia raffreddandosi presenta nel bel mezzo od in fondo un velamento od una nubecola bianca, risultante di muco ed epitelio sfaldato dalle vie urinarie. L'urina infine ha un'aroma speciale, dovuto sopratutto ad acidi volatili, aroma che si trova interamente nelle prime porzioni che distillano dall'urina.

L'urina normale viene fuori con una reazione debolmente acida, poscia dopo alquanto tempo questa acidità cresce, per la fermentazione *acida* cui va soggetta l'urina; i nuovi acidi che si producono in tal caso sono sopratutto ac. lattico e qualche traccia di ac. acetico e di ac. butirico, e provengono dalla fermentazione del muco, degli epitelii e di altri principii organici dell'urina, come tracce di glucosio ec. Questi acidi che si sviluppano possono per fino scomporre gli urati ed indurre una precipitazione di ac. urico, che allo stato libero nell'urina raffreddata è pochissimo solubile. Dopo qualche giorno l'urina, anche tenuta in recipienti ben netti, da acida che era diventa alcalina; questa fermentazione *alcalina* avviene per la ossidazione e decomposizione dell'urea in carbonato di ammoniaca (p. 25), per cui l'urina acquista odore ammoniacale, si sviluppano i germi di animali e vegetali microscopici, e tutta la massa del liquido s'intorbida per la precipitazione dell'urato di ammoniaca e dei fosfati allo stato di fosfato doppio di ammoniaca e di magnesia, ricoprendosi in pari tempo di una pellicola lucente ed iridescente costituita a preferenza di cristalli di fosfato ammonico magnesiaco (*f. 81. T. VIII*). L'urina degli erbivori è normalmente

alcalina per i molti sali alcalini che contiene in seguito all'alimentazione vegetale, ed è in pari tempo torbida per la precipitazione dei fosfati; gli erbivori però, e tutti gli animali, durante la inanizione dànno urina acida e limpida, giacchè vivendo a spese de' loro proprii tessuti, diventano involontariamente carnivori (*Bernard*).

L'urina ha un peso specifico proprio, che nello stato normale oscilla fra 1.016 e 1.020, e questa oscillazione può avvenire anche tra limiti più estesi, stando l'individuo completamente sano; nei casi patologici poi la densità dell'urina può variare moltissimo, fra 1.005 e 1.040. La densità dell'urina si riconosce mediante un'areometro di *Beaumé*, detto *urometro*, il quale porta segnato 1.000 in cima alla scala, e corrisponde all'acqua distillata, e 1.050 in fondo alla scala. La densità dell'urina può variare per lo stesso individuo normale nelle 24 ore; infatti allo svegliarsi del mattino l'individuo dà un'urina molto densa e colorata (*urina sanguinis*), invece dopo bevuto molt'acqua dà un'urina poco densa e poco colorata (*urina potus*), e durante la digestione o l'assorbimento intestinale si ha un'urina di media densità e colorazione (*urina chyli*).

L'uomo normale dà nelle 24 ore circa 1200 a 1550 c. c. di urina; questa quantità è maggiore negli uomini che nelle donne, ed è maggiore relativamente nei ragazzi che negli adulti; secondo *Scherer* la quantità media d'urina secregata giornalmente da un ragazzo di 3 anni è di 47 gr. per 1 kilogr. di peso del corpo, ed è di gr. 29,5 per un kilogr. di peso del corpo in un'adulto (*Wundt*); la quantità dell'urina nello stato normale tiene alla quantità di acqua contenuta nell'urina, ed è sempre in ragione inversa della sua densità, quindi aumenta in seguito a molta bevanda acquosa (*polidipsia*), ed in seguito a diminuzione di perdita di acqua dal corpo per altre vie, massime per la pelle.

L'analisi chimica dell'urina normale vi fa riconoscere su 1000 parti, circa 950 di acqua (in media) e 50 di principii solidi, i quali vanno ripartiti approssimativamente in 35 di sostanze organiche e 15 di sostanze minerali.

Le sostanze organiche e minerali più importanti, che si trovano *costantemente* nell'urina normale dell'uomo, sono: l'*urea*, l'*ac. urico*, la *creatina* e la *creatinina*, i *pigmenti*, i *cloruri*, i *fosfati*, i *carbonati*, i *solfati* alcalini e terrosi ed i *gas*.

L'*urea* è il prodotto specifico della secrezione dei reni; è un corpo solubilissimo, per cui influisce a preferenza d'ogni altro sull'urometro, anzi i Medici sogliono, raddoppiando le due ultime cifre della densità, valutare o riconoscere la quantità dell'urea che si escrea giornalmente coll'urina, così se l'urina segna 1.016 di densità, il doppio di 16, cioè 32 esprimerà in grammi la quantità di urea contenuta in tutta l'urina delle 24 ore facendo uso di una dieta *mista* (l'uomo escrea circa 25 a 40 gram. di urea al giorno — *Frey*, ovvero 22 a 36 gram. — *Wundt*); questa quantità di urea cresce considerevolmente nella dieta *animale* (fino a 53 gram. al gior-

no (1), e diminuisce molto nella dieta *vegetale* (fino a 23 gram. al giorno — *Lehmann*), cresce pure la quantità assoluta di urea facendo uso di molta bevanda acquosa, quantunque in tal caso la quantità relativa scemi considerevolmente, essendo l'urina più ricca di acqua. Secondo *Kaupp* l'uso di molto cloruro di sodio rende più abbondante la eliminazione di urea, attivando lo scambio osmotico nei tessuti, e massime nel parenchima renale. Si è ammesso pure per molto tempo che il lavoro muscolare aumenta la produzione dell'urea, ma recentemente si è dubitato di questo fatto, e si è visto che nel lavoro la quantità di urea o non subisce alcun mutamento (*Albini*), o pure il suo aumento è ben lieve rispetto all'aumento di acqua e di ac. carbonico; così *Voit* nutrendo un cane con sola carne, e facendolo stare ora in riposo ed ora facendolo correre, vide che durante il riposo il cane escreava gram. 109 a 110 di urea, e nel moto gr. 114 a 117; in altre esperienze in cui mantenne il cane a digiuno vide che nel riposo escreava gr. 10,8 a 14,3 di urea, e nella fatica gr. 12,3 a 16,6 (*Wundt*). Nei casi patologici, in cui si accresce in generale la ossidazione delle sostanze azotate (febbre, diabete mellito), aumenta naturalmente l'urea nell'urina.

L'urea è il prodotto di decomposizione il più importante delle sostanze azotate contenute nei nostri tessuti; essa sembra formarsi in gran parte a spese dell'ac. urico, ciò risulta dalle osservazioni di *Wöhler*, di *Frerichs* e di *Zabelin*, i quali iniettarono dell'ac. urico nel sangue e videro aumentare la proporzione di urea nell'urina; la creatiua ed altre basi, come la glicina, la taurina, la guanina ec., del pari iniettate nel sangue aumentano la quantità di urea (*Frey*).

L'urea estratta allo stato puro cristallizza in sottili prismi incolori, deliquescenti, di un sapore fresco-salato; questo corpo nell'urina si riconosce e si dosa dai chimici ordinariamente allo stato di *nitrato d'urea*, cioè a dire l'urina si concentra circa di un terzo, indi una volta raffreddata, vi si aggiunge una proporzionata quantità di ac. nitrico concentrato, e si pone il tutto in un mescuglio frigorifero; dopo alquante ore si trova nel recipiente una gran massa di nitrato d'urea, cristallizzato in piccole squamette esagonali bruno-dorate, ed addossate le une alle altre (*f. 74. Tav. III*); questo sale poi trattato con carbonato di barite, dà nitrato di barite ed urea, la quale si estrae con acqua e con alcool, si filtra per carbone animale e si lascia cristallizzare allo stato puro. L'urea si combina del pari all'ac. ossalico e forma l'*ossalato di urea*, che si presenta cristallizzato in lamelle oblunghe o prismi romboidali od esagonali.

L'urea trattata col reattivo di *Millon* (nitrato mercurico mercuroso) si scompone, e dà due volumi perfettamente eguali di azoto e di ac. carbonico, dai quali si può dosare esattamente l'urea (*Gréhant*).

(1) Un gatto mangiando gram. 44 di carne al giorno eliminava gr. 2,9 di urea (per 1 kilogr. di peso del suo corpo), con gr. 70 di carne ne eliminava gr. 5,2, e con gr. 108,8 ne eliminava gr. 7,7 (*Bidder e Schmidt*).

Finalmente l' urea trattata coll' ipoclorito di soda si scompone e si ottiene del cloruro di sodio, dell' acqua, dell' ac. carbonico e dell' azoto: $C^2H^4Az^2O^2+3\ (NaO,ClO)=3NaCl+4HO+2CO^2+2Az$; dal volume dell'azoto si deduce il peso dell' urea (*Leconte*), stante che gram. 0,1 di urea dà 34 c. c. di azoto.

Dove si forma l' urea nell' organismo?

Alcuni dicono che si forma in tutto il corpo, proprio nel seno dei tessuti per ossidazione delle materie albuminoidi, e poi mediante il sangue va ad essere escreata per i reni; altri dicono che le sostanze amidiche od azotate cristallizzabili, penetrate nel sangue dai tessuti, si cambiano in quest' ultimo per ulteriore ossidazione in urea; ed altri infine ritengono che questa metamorfosi delle sostanze amidiche del corpo in urea, la quale rappresenta il loro ultimo grado di ossidazione, si compia appunto nei reni. Nei primi due casi i reni sarebbero dei semplici *filtri* eliminatori dell' urea, e nel terzo caso essi sarebbero delle glandule *secretrici* dell' urea.

Ciò che complica la questione si è il fatto che l'urea e l'ac. urico (prodotti specifici dell' urina) oltre a trovarsi nell' urina, si trovano pure nel succo dei tessuti, e nel sangue e nella linfa che ritornano dai tessuti. Però la quantità di urea del sangue e dei tessuti è ben poca cosa relativamente alla quantità cospicua che se ne escrea per i reni; e poi se il sangue è capace, come si vedrà in seguito, di riassorbire una gran copia di acqua dai reni e da tutto l'apparecchio urinario, perchè quest' acqua non può portare via con sè dei prodotti solubili dal rene, tra i quali l' urea?

È indubitato che nei tessuti (massime in certi, come il nervoso, il muscolare ec.) e nel sangue il processo di ossidazione può andare tant' oltre da convertire le sostanze azotate in urea, ma ciò non toglie che la *maggior copia* di questo prodotto sia secregata dal rene, anzi lo deve essere per le seguenti due ragioni principali:

1.ª se si prendono due cani, che si trovano in identiche condizioni, e ad uno si estirpano entrambi i reni (*nefrotomia*), mentre all' altro si allacciano soltanto gli ureteri, dopo circa una giornata ammazzati entrambi gli animali, e raccolto il sangue degli stessi, si trova un maggiore accumolo di urea nel sangue del cane cogli ureteri legati, che nel sangue del cane coi reni estirpati (*Zalesky*, *Oppler*) (1). La funzione dei reni di *formare* le parti essenziali dell' urina, e non di *separarle* soltanto meccanicamente, si fa chiarissimamente mostrare negli animali che non escreano urea; ma essenzialmente ac. urico (*Zalesky*). Durante la estirpazione dei reni nei ser-

(1) *Gréhant* però avrebbe constatato: 1.° che si ha un rilevante accumulo di urea nel sangue tanto in seguito alla nefrotomia, che all' allacciatura degli ureteri; 2.° che il peso dell' urea accumulata nel sangue è eguale a quello che si sarebbe escreato nello stesso tempo, e 3.° che normalmente il sangue dell' art. renale è più ricco di urea che quello della vena.

penti non avviene accumolo di ac. urico di sorta nel corpo; all'incontro dopo la legatura degli ureteri si ha per questi animali una incrostazione bianca di ac. urico in quasi tutt'i tessuti (*Hermann*);

2.° se si analizza il parenchima renale, vi si trova, a differenza dell'urina, una gran copia di sostanze azotate cristallizzabili, come la ipoxantina, la xantina, la leucina, la taurina, la cistina, la creatina, la creatinina ec. (*Staedeler*, *Cloëtta* ec.); sostanze che portate nel rene al grado massimo di ossidazione, stante la gran copia di s. arterioso ricco di ossigeno che vi passa nell'unità di tempo, si muterebbero in urea, la quale al contrario abbonda nell'urina; del pari se si pone a macerare nell'acqua il rene spappolato, tutte le dette sostanze si mutano per ossidazione in urea (*Hermann*, *Subotin*).

Quindi si può conchiudere (circa il luogo ove si forma l'urea), che se *possibilmente* nello stato normale, le sostanze amidiche in minima parte si mutano in urea nei tessuti o nel sangue, *certamente* questa metamorfosi avviene in massima parte nei reni. Il fatto dell'aumento di urea nel sangue trovato spesso in seguito alla nefrotomia non è un'argomento di gran vaglia per dire che *normalmente* la formazione dell'urea avvenga nel sangue; giacchè tolti i reni le sostanze amidiche non si possono accumulare più nel loro parenchima, e restano e si accumulano invece nel sangue e nei tessuti (la creatina ad es. si accumola considerevolmente nei muscoli) ove subendo di necessità una ulteriore ossidazione (abnorme per *luogo* e non per *tempo*) debbono finire per mutarsi in urea; e se qualche volta la nefrotomia ha prodotto più accumolo di urea nel sangue che l'allacciatura degli ureteri, ciò dipende da che nel 1.° caso tutta l'urea prodotta doveva concentrarsi nel sangue, e nel 2.° poteva accumularsi pure ne' reni, essendo in questi del tutto libera la circolazione.

Lo stesso accumolo di urea nel sangue (*uremia*) coi corrispondenti sintomi letali si ha in tutte le malattie dell'apparecchio urinario, per le quali o l'urina non si secrega, ovvero l'urina secregata non si escrea convenientemente; anzi in quest'ultimo caso l'urea decomponendosi in contatto del muco catarrale, massime della vescica, dà origine a molto carbonato di ammoniaca, il quale avvelena l'organismo e lo fa perire coi sintomi dell'*ammoniemia*, tra cui la grande esalazione di ammoniaca per la mucosa dell'apparecchio respiratorio.

L'*ac. urico* è un'altro prodotto specifico della secrezione renale, e si escrea in quantità piccolissima e non così cospicua come l'urea (gram. 1.183 nelle 24 ore). Allo stato puro si presenta cristallizzato in piccoli rombi, alle volte sfrangiati o con angoli arrotondati (*f. 75. Tav. III*), che d'ordinario sono di colore rosso-bruno. Quest'acido si trova nell'urina combinato alle basi, e costituisce gli urati (urato acido di soda e tracce di urato di potassa e di ammoniaca), i quali, come l'acido urico puro, sono poco solubili, tanto che qualche volta essendo molto abbondanti (reumatismo, gotta, febbre ec.),

si depositano in forma di polvere giallo-rossastra per il semplice raffreddamento o per la fermentazione acida della stessa. L'ac. urico si riconosce facilmente in qualunque liquido della economia mediante la reazione della *murexide* (p. 25), ovvero si può farlo depositare nell'urina aggiungendovi un poco di ac cloroidrico; il deposito completo dopo circa 24 ore, di colore rosso-bruno, lascia notare al microscopio i piccoli cristalli di ac. urico. Nella stessa urina e anche nel siero del sangue (massime dei gottosi) si può ottenere la precipitazione, anche di piccole quantità, di ac. urico, mediante il metodo di *Garrod*, che consiste nel mettere il liquido concentrato in un vetro d'orologio assieme a dei sottili fili di seta ed a poche gocce di ac. acetico; dopo 36 a 48 ore si veggono depositati sui fili i piccoli cristalli di ac. urico.

La quantità di ac. urico nell'urina aumenta per l'alimentazione carnea, e diminuisce per la dieta vegetale (*Meissner* e *Jolly*), tanto da aversi la seguente proporzione, cioè l'ac. urico eliminato in 24 ore da individui con dieta carnea sta all'ac. urico degl'individui con dieta vegetale fresca ::4,5:1,5 (*Haughton* e *Boedecker*). Secondo *Lehmann* l'ac. urico si trasforma facilmente e prontamente in urea per il lavoro muscolare e per ogni aumento di ossidazione organica; ma *Albini* per esperienze dirette fatte coll'allievo *Fienga* (V. *Rendic. Acc. Reale* — Febb. 1870) sarebbe indotto a ritenere piuttosto il contrario riguardo al lavoro muscolare, in seguito al quale ha visto invece aumentare la quantità di ac. urico emessa per l'urina; lo stesso ritiene *Ranke*.

L'ac. urico rappresenta nel corpo il penultimo grado di ossidazione delle sostanze albuminoidi, infatti iniettato nel sangue fa aumentare la proporzione dell'urea nell'urina (*Wöhler* e *Frerichs*); anche fuori del corpo quest'acido ossidato artificialmente, dà luogo alla formazione dell'urea, dell'ac. ossalico e dell'ac. carbonico:

$$C^{10}H^4Az^4O^6+4O+4HO=2\,C^2H^4Az^2O^2)+2C^2O^3+2CO^2.$$

Se nell'urina dell'uomo e dei carnivori si trova l'ac. urico, nell'urina degli erbivori si trova l'*ac. ippurico*, il quale peraltro non manca normalmente, sebbene in tracce, nell'urina dell'uomo, e solo aumenta in seguito ad abbondante dieta vegetale, sopratutto se vi entra dell'ac. benzoico, od altri acidi vegetali della serie benzoica. L'ac. ippurico cristallizza in prismi sottili romboidali diritti (*f. 76. Tav. III*), è poco solubile nell'acqua a freddo, e nell'urina si rinviene combinato agli alcali allo stato d'ippurati solubili. Quest'acido nel corpo avrebbe origine, secondo molti Autori, nel fegato, per la combinazione della glicina o glicocolla coll'ac. benzoico, con eliminazione di due equiv. di acqua; ed infatti riscaldato l'ac. ippurico cogli acidi o cogli alcali, assorbe due equiv. di acqua e si sdoppia appunto in ac. benzoico ed in glicina:

$$C^{18}H^9AzO^6+2HO=C^{14}H^5O^3HO+C^4H^5AzO^4.$$

La formazione dell'ac. ippurico è necessaria supporla nel fegato (ove

si forma del pari la glicina); infatti *Kühne* e *Hallwachs* hanno trovato che dopo l'assorbimento dell'ac. benzoico, gli animali col fegato estirpato escreano per le urine ac. benzoico e non ac. ippurico (*Wundt*).

Oltre l'urea e gli acidi urico ed ippurico, le altre materie organiche, che si trovano costantemente nell'urina normale, si riducono alla creatina e creatinina, al glucosio ed alle materie coloranti.

La *creatina* e la *creatinina* (*f. 78 e 79. T. III*) sono corpi amidici od azotati cristallizzabili, che rappresentano dei gradi di ossidazione prossimi all'urea, e si trovano in piccola quantità nell'urina (circa gram. 1.16 di creatinina e gram. 0.51 di creatina — *Riche*), aumentando costantemente in seguito ad abbondante dieta animale (*Meissner* e *Jolly*). La presenza di queste due materie nell'urina si può dimostrare versando della soluzione di cloruro di sodio nell'urina concentrata; la creatinina forma con questo sale un precipitato cristallino, che trasporta pure la creatina (*Riche*.

Il *glucosio* si riteneva come materia accidentale nell'urina, ma secondo ricerche di *Brücke* vi si troverebbe costantemente, sebbene in piccola copia, cioè gram. 1 a gram. 1.5 per 1000 negl'individui normali; nel diabete mellito poi questo zucchero può sorpassare i 200 gram. al giorno.

I *pigmenti* dell'urina sono poco conosciuti; varii Autori hanno creduto ammettere nell'urina delle sostanze coloranti, speciali, le quali anzichè essere costituenti dell'urina normale non rappresentano che prodotti di manipolazioni chimiche. Ad ogni modo le sostanze coloranti dell'urina pare si possano ridurre secondo *Hardy* a due, cioè una materia colorante gialla, l'*urocromo* (*Tudichum*), ed una materia colorante azzurra, l'*indicano* (*Schunck*). La prima è incristallizzabile, solubile, si altera all'aria, e vien facilmente precipitata dell'acetato basico di piombo; la seconda del pari è incristallizzabile e solubile; essa (essendo un glucoside) durante la fermentazione dell'urina, ovvero mercè il trattamento coll'ac. cloridrico concentrato, si decompone in un zucchero particolare, l'*indiglucina*, e in *indaco bianco*, il quale all'aria passa subito ad *indaco azzurro*. (*Heller* dà il nome di *uroxantina* a una materia colorante, giallo dorata, che si estrae facilmente coll'etere dall'urina concentrata per evaporazione, e che per la ossidazione cogli acidi dà origine all'*uroglaucina*, che è azzurra, e all'*urorodina* che è rossa). L'urina normale non contiene che il solo urocromo (*Tudichum*) e qualche traccia d'indicano. La materia colorante giallo-rossastra dell'urina, che contiene ferro, viene considerata da *Harley* come la materia colorante del sangue, modificata per ossidazione (onde i nomi di *uroematina, urofeina*).

Finalmente i *sali dell'urina*, che rappresentano la cifra di 10 a 25 gram. nelle 24 ore, si ricavano colla calcinazione, il cui residuo (quantunque abbia sofferto delle alterazioni al fuoco) per circa $^9/_{10}$ è solubile nell'acqua, e per il resto negli acidi, tranne una traccia di silice.

Fra i sali solubili nell'acqua si notano dapprima i cloruri, rappresentati a preferenza dal *cloruro di sodio*, il quale si trova nell'urina in propor-

zione di 3 a 8 p. 1000 (6 a 18 gram. nelle 24 ore), aumentando, com'è naturale, per la dieta vegetale, e durante l'assorbimento intestinale. L'eliminazione del cloruro di sodio non è però del tutto in rapporto colla quantità che se ne assorbe coll'alimentazione; infatti se questo sale viene eliminato totalmente dagli alimenti, l'economia seguita ad espellerne quantità considerevoli, ciò che prova come in tal caso l'eliminazione del cloruro di sodio si fa a spese dei tessuti (*Wundt*). Il cloruro di sodio e qualche traccia di cloruro di potassio e di ammonio nell'urina si riconoscono e si dosano colla soluzione di nitrato d'argento, il quale dà un precipitato bianco caseoso, insolubile nell'ac. nitrico e solubile nell'ammoniaca, cioè il cloruro di argento.

I *fosfati* nell'urina sono *alcalini* e *terrosi;* i primi sono rappresentati dal fosfato di soda (oltre a una traccia dubbia di fosfato di potassa), il quale si trova nell'urina allo stato di fosfato alcalino ($3NaO,PhO^5+24Aq.$), di fosfato neutro ($2NaO,HO,PhO_2+24Aq.$), e di fosfato acido ($2HO,NaO,PhO^5+2Aq.$); quest'ultimo è appunto quello che dà l'acidità normale all'urina, e si forma nei reni dal fosfato neutro, che cede all'ac. urico un equivalente di soda. I fosfati alcalini nell'urina si trovano nella proporzione di 2 a 4 p. 1000. I fosfati terrosi dell'urina si riducono al fosfato neutro di calce che è incostante, più al fosfato ammonico-magnesiaco, che si trova nell'urina decomposta od ammoniacale (*f. 81. T. III*). I fosfati terrosi nell'urina si trovano nella proporzione di 1 a 1.5 p. 1000, e si precipitano talvolta, quando sono abbondanti, per il semplice riscaldamento, ma si ridisciolgono coll'aggiunta di poco ac. nitrico; l'ossalato di ammoniaca li precipita tutti, e permette di dosarli dopo la filtrazione; in tal caso nell'urina filtrata l'aggiunta della soluzione alcalina di cloruro di magnesio determina la precipitazione dei fosfati alcalini allo stato di fosfato doppio di ammoniaca e di magnesia.

I fosfati dell'urina in complesso si precipitono tutti rendendo l'urina alcalina colla potassa, ed il loro ac. fosforico rappresenta la cifra di 3 a 5 gram. nelle 24 ore; essi provengono tanto dall'alimentazione che dalla ossidazione del fosforo degli albuminoidi, onde aumentano in quantità sia per l'uso di molta carne, sia pure per grande attività muscolare e nervosa; diminuiscono poi durante la notte, e sopratutto durante i mesi avvanzati di gravidanza.

Nell'urina esistono pure tracce di *solfati* alcalini (di soda e potassa), nella proporzione circa di gram. 2 nelle 24 ore, i quali provengono non tanto dalla ossidazione del solfo degli albuminoidi, quanto dall'alimentazione; essi si riconoscono col cloruro di bario, dopo avere aggiunto un poco di ac. nitrico per impedire la precipitazione dei fosfati, si ha un precipitato di solfato di barite.

Nella cenere dell'urina infine, oltre ad una traccia di silice e di ferro, vi sono dei *carbonati* alcalini e terrosi in piccola copia, i quali fanno effervescenza cogli acidi, ed aumentano per la dieta vegetale, in seguito cioè

all' assorbimento di acidi organici (citrico, tartrico, malico, acetico, ossalico ec.), che per ossidazione si mutano nell' organismo in ac. carbonico (*Wöhler*); in tal caso l'urina umana può divenire alcalina per i molti carbonati alcalini che contiene.

I *gas* dell' urina, ché si possono estrarre col vuoto e cogli acidi sarebbero secondo *Planer* i seguenti: su 100 parti di urina: *azoto* 0.8 a 1, *ossigeno* 0.02 a 0.08, *ac. carbonico libero* 4 a 12, ed *ac. carbonico combinato* 1 a 5.

Oltre a tutti questi principii, l'urina può contenere delle *materie accidentali*, senza potersi dire patologica; queste materie sono: gli acidi *lattico*, *acetico*, *butirico*, *succinico* ec., liberi o combinati alle basi, l'*ossalato di calce* (*f.80*), tracce di *grasso*, *sperma*, *pigmenti* ed *aromi alimentari*, ed infine la *kiesteina*, la quale è una pellicola lucente ed iridescente, che si forma dopo poche ore sull' urina delle donne gravide, e che risulta di cristalli di fosfato ammonico-magnesiaco e di una sostanza speciale non bene nota, la *gravidina* di *Starck* (!?). I principii *patologici* poi sono: albumina, fibrina, sangue, bile, pus, muco ed epitelii in gran copia, zucchero, cistina, ac. ossalico ed ossalati in gran copia, carbonato di ammoniaca, calcoli, sedimenti ec.

Conchiudendo circa l' analisi dell' urina normale, riportiamo in due quadri i costituenti dell' urina secondo le analisi di due diversi Autori:

Acqua	960.00
Materie solide	40.00
	1000.00
Urea	23.30
Ac. urico	0.50
Cloruro di sodio	11.00
Ac. fosforico	2.30
Ac. solforico	1.30
Fosfati terrosi	0.80
Ammoniaca	0.40
Perdita	0.40
	40.00

(*T. Vogel*)

Acqua	932.41
Materie solide	67.59
	1000.00
Urea	32.90
Ac. urico	1.07
Ac. lattico	1.51
Estratto acquoso	0.63
Estratto alcoolico	10.87
Lattato di ammoniaca	1.73
Cloruro di sodio e sale ammoniaco	3.71
Solfati alcalini	7.32
Fosfato di soda	3.98
Fosfati di calce e di magnesia	1.10
Muco	0.11
Perdita	2.66
	67.59

(*Lehmann*)

Secrezione ed escrezione dell'urina — Due forze effettuano principalmente il passaggio dei materiali dal sangue nel rene, la *filtrazione* cioè e l'*osmosi*. Il sangue che circola pei glomeruli di Malpighi vi scorre con una pressione considerevole, stante il fatto che l'art. renale è un corto e grosso ramo dell'aorta addominale, e quindi il sangue vi corre sotto l'impulso diretto del cuore, e dippiù bisogna notare la complicatezza e le tortuosità del glomerulo, nonchè gli ostacoli che presenta la rete capillare nutritizia in cui si deve risolvere l'arteriola efferente del glomerulo; questa elevata pressione del sangue nel glomerulo fa sì che le sue parti liquide non potendo rimanere totalmente nei vasi, una loro buona parte debba *filtrare* attraverso le pareti porose di questi, e raccogliersi in gran copia ed incessantemente nella capsula di Bowman. Il liquido venuto dal sangue per filtrazione, che si raccoglie nelle capsule di Bowman e nel principio dei tubi contorti, risulta di acqua, di sali (cloruri, fosfati, solfati, carbonati ec.), di materie azotate cristallizzabili (leucina, cistina, creatina, xantina ec. ed anche urea ed ac. urico in piccola copia), di tracce di glucosio, e di un pigmento giallognolo (urofeina); è naturale che crescendo la pressione del sangue nel glomerulo (aumento di energia del cuore, stato di pletora ec.), debba in pari tempo crescere la quantità di liquido raccolto nella capsula, e viceversa; si può quindi conchiudere che la quantità di liquido filtrato o di urina prodotta è in ragione diretta della pressione del sangue nei glomeruli; infatti, secondo *Goll*, in un cane la cui pressione sanguigna segnava 136^{mm},7, l'urina emessa in mezz'ora giungeva a gram. 15,27; per un salasso fatto la pressione scese a 130^{mm},7, e la secrezione nello stesso tempo a gram. 10 (*Palladino*); la stessa diminuzione si ha per la stimolazione di entrambi i n. vaghi. Se la pressione del sangue nei glomeruli diviene considerevole e i capillari di questi si dilatano molto (come per alterazione morbosa della parete dei capillari, ovvero dopo l'allacciatura delle vene renali), allora passano nell'urina anche le sostanze incompletamente sciolte nel sangue, come l'albumina (*albuminuria*); ed infine quando la pressione è considerevolissima, i capillari si rompono, si ha emorragia nelle capsule, e per l'urina vien fuori il sangue in sostanza (*ematuria*) (*Hermann*).

Ciò posto, come avviene che il liquido si carica dei principii specifici dell'urina? — Dovendosi ammettere, per ciò che si è detto innanzi, che la maggior parte dei principii urici si formi nel rene, gli elementi cellulari capaci di secregarli non possono essere altro che gli epitelii delle capsule e dei tubi contorti; ora le cellule epiteliali del rene nel loro contenuto *secregano* continuamente i principii urici, e li secregano sopraossidando appunto le sostanze azotate cristallizzabili od amidiche venute dal sangue (e nel rene bisogna supporla questa ossidazione attiva, stante la gran copia di sangue ossigenato che vi passa nell'unità di tempo, e che per la rapidità della circolazione si presenta ancora rosso nell'uscire per le vene renali). Una volta che queste cellule si sono caricate di principii urici, li cedono

facilmente per scambio osmotico al liquido filtrato dai glomeruli, che scorre per le capsule e per i tubi renali, e che per tale scambio diviene *vera urina*, quantunque molto ricca in acqua.

L'urina acquea, e quindi poco densa, che scorre pel principio dei tubi renali, continuando a scorrere pei tubi contorti e quindi pei tubi retti, si concentra sempre più per perdita di acqua, la quale viene ceduta per osmosi al sangue molto denso che circola attorno ai tubi stessi nella rete nutritizia.

La vis a tergo dell'altro liquido che filtra dal sangue dei glomeruli, e fino ad un certo punto anche la capillarità, costringono l'urina a gemere per le papille renali ed a raccogliersi nella pelvi, dalla quale l'urina per qualunque aumento di pressione non può risalire nei tubi uriniferi, giacchè ogni elevata pressione sulle papille comprime gli sbocchi di questi ultimi e li occlude (*Hermann*). Dalla pelvi renale l'urina tanto per la sua pressione, che per la contrazione delle pareti della pelvi, scappa a goccia a goccia per l'uretere, nel quale il movimento peristaltico è celerissimo, ed il liquido così a poco a poco si raccoglie nella vescica (1). La vescica retratta sopra sè stessa e colla mucosa allo interno tutta aggrovigliata, tanto da occupare essa sola la cavità, si distende a misura che riceve l'urina, rimanendo lo sfintere chiuso da una contrazione che vi si desta per via di riflesso, aiutata questa contrazione dalla elasticità della prostata che occlude l'uretra nella sua origine, e più innanzi ancora dalla contrazione del muscolo di Wilson; quando poi la vescica contiene in media 4 a 5 once di urina, l'individuo avvertito del bisogno si determina all'atto della urinazione. Per quanto più l'urina si trattiene nella vescica per altrettanto più si concentra, cedendo acqua al sangue.

L'espulsione dell'urina dalla vescica attraverso l'uretra si effettua per una contrazione energica del m. detrusore (2), contrazione che si desta irrefrenabile e per riflesso in seguito alla fuoriuscita di poche gocce d'urina dalla vescica nell'uretra, contrazione che vince la resistenza dallo sfintere, e che nella sua azione viene coadiuvata, nello stato normale, da una leggiera contrazione dei muscoli addominali e dalla posizione inclinata del

(1) Innestando all'uretere di un cane vivo un piccolo manometro, l'urina vi penetra ed ascende nella branca libera fino a circa 30 a 40 centim. e poi si arresta, compiendo il liquido delle oscillazioni nel suo livello, dovute ai movimenti respiratorii (stante l'addome chiuso) e alle pulsazioni dell'art. renale. Se s'inietta acqua nelle vene (o meglio sangue defibrinato) si ottiene un rapido innalzamento della colonna manometrica, ed un'abbassamento se si pratica un profuso salasso (*Albini*).

Secondo *Löbell*, con un piccolo manometro a mercurio la secrezione si arresta quando la colonna si eleva di 7 a 10 millim.; in due a tre ore la pressione nell'uretera può giungere fino a 40 millim. (*Hermann*).

(2) Quando questo muscolo si contrae, l'urina non si può immettere negli ureteri, perchè questi sboccano molto obbliquamente nella vescica, e la pressione di questa non farebbe che chiuderne maggiormente gli sbocchi.

Digitized by Google

tronco allo innanzi. Le ultime gocce di urina rimaste nell' uretra vengono eiaculate la mercè della contrazione del muscolo bulbo-uretrale nell'uomo; nella donna invece, in cui l' uretra è molto corta, il m. detrusore basta a far tutto.

§ 4.° — *Secrezione del sudore.*

Il *sudore* è quel liquido leggermente acido che si secrega dalla pelle. Gli apparecchi destinati a questa secrezione, che è fino ad un certo punto suppletoria di quella dell'urina, sono appunto le *glandule sudorifere*, le quali esistono in tutta la superficie esterna del corpo, dove più dove meno stivate; secondo *Krause* alle palme ed alle piante se ne trovano circa 2700 per ogni centim. quadr., e nel rimanente del corpo da 400 a 1200 per ogni centim. quadr.; il numero totale poi di queste glandule in tutta la pelle ascenderebbe a 2,381,248. Queste glandule appartengono alle tubulari semplici (*f. 82. T. III*), e risultano di un unico tubulino, il quale decorre a spira nell' epidermide, leggermente flessuoso nello strato papillare del derma, e poscia si aggomitola nello strato reticolare dello stesso; nelle grosse glandule, come alle ascelle, il gomitolo molto grande si alloga nel connettivo sottocutaneo. Lo sbocco di queste glandule ha luogo sulle creste dell' epidermide, e tutto il tratto del tubulino che traversa l' epidermide non è fatto da altro che dalle cellule epidermoidali disposte in modo da lasciare uno spazio tubulare, conformato a spira; nel derma poi sino al gomitolo questo tubulino consta di un'epitelio pavimentoso allo interno, di una membranella amorfa, e di una membrana connettivale elastica con fibre muscolari lisce allo esterno. Il gomitolo sudorifero ha un'aspetto gialliccio per il molto adipe che contengono le cellule epiteliali, e si presenta circondato da un fitto reticolo vasale.

Il *sudore* si può raccogliere in gran copia ponendo l' individuo su di una doccia metallica inclinata ed in una stufa; *Favre* in un caso di sudazione così esagerata raccolse dell' uomo 2560 gram. di sudore in 1 ½ ora. Questo liquido, della densità di 1,003 a 1,005, è incoloro, leggermente torbido, ha reazione acida, è di sapore salato e di odore speciale (vario per i singoli individui e per le singole parti del corpo); al microscopio presenta cellule epidermoidali macerate, granuli liberi, e granuli di grasso. Il sudore contiene poco più dell'1 per 100 di parti solide, le quali si riducono ai sali, sopratutto cloruri, all'urea, all'ac. sudorico od idrotico ($C^{10}AzH^{8}O^{13},HO$), a un po' di pigmento, al grasso, agli acidi volatili (come acetico, formico, butirico, capronico ec., che abbondano al principio della sudazione) e all'ac. lattico; è appunto agli acidi grassi volatili che si deve l' odore del sudore, ed è l' ac. lattico che dà la reazione acida a questo liquido.

Su 1000 parti di sudore *Favre* ha trovato 995,573 di acqua e 4,427 di sostanze solide, ripartite nel modo seguente:

Grassi	0.013	Cloruro di sodio . . .	2.230
Lattati	0.317	Cloruro di potassio . .	0.024
Sudorati.	1.562	Solfati alcalini . . .	0.011
Materie estrattive. . .	0.005	Fosfato di soda . . .	tracce
Urea	0.044	Fosfati terrosi. . . .	tracce

Il sudore si colligge nelle glandule sudorifere, giacchè l'acqua con i principii che tiene disciolti viene fuori dal sangue che circonda il glomerulo per forza di filtrazione; poscia qnesto liquido si munisce di grasso e di altri principii specifici per lo scambio osmotico che subisce coll'epitelio glandulare. Formatosi così il sudore, per la vis a tergo, per la capillarità, e per la contrazione del dotto sudorifero esce dalla glandula e si raccoglie a goccioline sulla superficie della pelle; prima di uscire però si va sempre man mano concentrando, perchè cede acqua al sangue che circonda il dottolino escretore.

La quantità del sudore varia per molte circostanze, le quali tutte tengono alle condizioni della circolazione sanguigna attorno alle glandule; in generale semprechè aumenta la pressione del sangue nel reticolo vasale attorno al glomerulo sudorifero si escrea molto sudore, come per il caldo dell'ambiente, per le molte bibite acquose, per le bevande alcooliche, calde, od eccitanti, per il lavoro energico ec.; ed in questi casi il sudore evaporandosi sulla pelle compie l'ufficio di regolatore della temperatura animale. Si può avere però anche molto sudore nei casi di anemia e di depressione del cuore; in tali circostanze il sudore, vischioso ed alcalino, si accompagna al pallore della pelle, come nell'agonia, e perciò dicesi *sudore freddo,* il quale si stabilisce per una paralisi vasale, che avviene nella pelle, e per abbondante trasudamento acquoso dal sangue. La quantità però del sudore è in generale relativa alla quantità di urina, ma in ragione inversa, per modo che eliminandosi molta urina si emette d'ordinario poco sudore, e viceversa.

« Un rapporto abbastanza ovvio è quello che esiste colla quantità delle secrezioni intestinali, urinarie e pulmonale; per quanto più abbondano le secrezioni intestinali, la renale e la pulmonale, per altrettanto il sudore diminuisce o manca del tutto, e viceversa (*si cutis densitas alvi laxitas, et contra*) » (*Palladino*).

Il sudore in grande abbondanza (spontaneo o provocato) e carico dei suoi principii specifici può fino ad un certo punto supplire la mancanza dell'urina; infatti nei casi di uremia il sudore si presenta ricco di urea, la quale può anche depositarsi sulla pelle e decomporsi in carbonato d'ammoniaca, dando al sudore la reazione alcalina. Anche nello stato norma-

le il sudore può essere parzialmente alcalino, cioè là dove ristagna e si decompone facilmente fra le pliche della pelle, come ai cavi ascellari ai genitali ec.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

FUNZIONI ANIMALI

La *Vita Vegetativa* studia lo scambio *materiale* fra l'organismo ed il mondo esterno; la *Vita Animale* studia invece lo scambio *dinamico*. Si è appunto per questo scambio dinamico o di forza attiva che l'animale è *Animale*, cioè, oltre al nutrirsi, *sente* e *si muove spontaneamente*. Tutto il cómpito adunque dello studio della Vita Animale non è altro se non l'esame dei fenomeni di *sensibilità* e di *motilità* (le *funzioni di relazione*); i primi costituiscono le relazioni dinamiche *passive*, ed i secondi le relazioni dinamiche *attive* verso il mondo esterno; nel primo caso l'*azione* viene dal mondo esterno e l'organismo è passivo, invece nel secondo caso la *reazione* parte dall'organismo ed il mondo esterno vi rimane del tutto passivo. Queste azioni e reazioni fra l'organismo animale ed il mondo esterno sono *correlative* fra loro, e la correlazione, la corrispondenza, l'incontro si stabilisce attraverso un'apparecchio, la cui influenza è indispensabile per qualunque funzione dell'organismo, cioè l'*apparecchio nervoso*, il quale mentre *centralizza* le funzioni animali, rappresenta e costituisce il substrato organico necessario per l'azione delle facoltà psichiche. L'apparecchio nervoso non solo centralizza le funzioni animali, ma ancora tiene sotto la sua dipendenza e coordina tutte le funzioni vegetative, ciascuna delle quali dev'essere indispensabilmente regolata dall'influenza nervosa; quindi si può conchiudere che l'*apparecchio della innervazione centralizza tutta la economia animale* (1).

(1) L'apparecchio nervoso si è potuto studiare fin'ora soltanto nelle prime quattro divisioni del Regno Animale, cioè *Vertebrati*, *Annulosi*, *Molluschi* e *Raggiati*, nelle quali divisioni presenta ben 4 differenti tipi (*f. 175. T. VIII*); nei Protozoi si suppone, ma non si può dimostrare.

Digitized by Google

Ciò posto, lo studio della *Vita Animale* o *di rapporto* deve comprendere necessariamente tre parti, cioè: 1.ª le funzioni del tutto passive, per le quali l'organismo riceve convenientemente le azioni dal mondo esterno, val dire le *funzioni degli organi dei sensi;* 2.ª le funzioni attive colle quali l'organismo reagisce verso il mondo esterno, e sono le *funzioni degli organi del movimento;* e 3.ª le *funzioni dell' apparecchio nervoso* centrale e periferico, colle quali vengono centralizzate e coordinate non solo le funzioni animali, ma ancora le vegetative. A queste tre parti principali bisogna premettere necessariamente lo studio delle proprietà anatomiche, fisiche, chimiche e fisiologiche degli *elementi* destinati alla manifestazione delle attività animali, cioè gli *elementi nervosi* e gli *elementi contrattili*. Quindi lo studio della vita animale verrà ripartito in 4 Capitoli che sono:

1.° Elementi nervosi e contrattili;
2.° Organi dei sensi;
3.° Organi del movimento;
4.° Apparecchio nervoso.

CAPITOLO I°

ELEMENTI NERVOSI E CONTRATTILI

In questo Capitolo si farà parola dei soli elementi anatomici del tessuto nervoso e del tessuto muscolare, rimettendo ai Cap. III° e IV° lo studio degli organi complicati, cui dànno origine questi due tessuti.

§ 1.° — *Tessuto nervoso — Istologia e Chimica.*

Tutto il sistema nervoso si compone di due elementi specifici, quali sono i *tubulini* (o fibre nervose) e le *cellule nervose* (o cellule ganglionari), oltre agli elementi anatomici comuni, che servono come mezzi di sostegno o di nutrizione, e che sono il connettivo, i vasi ec.

Tubulini nervosi—Se ne distinguono 3 specie: 1.ª midollari, 2.ª amidollari e 3.ª grigi (*f. 89. 90. 91 e 92. T. III*). I tubulini midollari (*larghi* secondo *Frey*) si trovano d'ordinario nei cordoni nervosi che emanano dall'asse cerebro spinale; essi appena tolti da un'animale vivo si presentano come tanti sottili cilindretti, a doppio contorno (del diam. di 0mm,022 a 0mm,012), di un'aspetto omogeneo e leggermente opachi; tolti invece da un'animale morto da qualche tempo, o pure trattati con acqua, alcool, liquidi coloranti ec., presentano un'aspetto ben diverso, ciascuno di essi cioè si vede costituito da tre parti ben distinte fra loro; allo esterno si nota una membranella trasparente sottilissima, detta guaina primitiva o di *Schwann* (nevri-

lema), nel mezzo una sostanza speciale in masse globose opache, bianche e refrangenti detta sostanza midollare, e finalmente nell'asse proprio del tubolino si scorge un filo o meglio un nastrino alquanto resistente e gialliccio detto cilindro-asse del *Purkinje* o filamento primitivo del *Remak*, il quale spesso si vede fuoriuscire là dove il tubulino è stato spezzato, stante il raggrinzamento della guaina primitiva e la fuoriuscita di gran parte della sostanza midollare (*f. 90 91*); si vede pure bene e si dimostra mercè il trattamento coll'ac. cromico, col cromato di potassa, col bicloruro di mercurio, colla ebollizione del tubulino nell'alcool e nell'etere, col collodion, col cloroformio e colla imbibizione al carminio *Frey*).

Fino a poco tempo fa il cilindro dell'asse si riteneva come fatto di materia albuminoide compatta ed emogenea, oggi però secondo *Schultze* sarebbe costituito da tante esilissime fibrille primitive (*fibrillassi*), intrecciate lievemente fra loro e decorrenti in un fascio longitudinale.

I tubulini *amidollari*, o *sottili* secondo *Frey*, sono costituiti soltanto dalla guaina primitiva e dal cindrasse; essi si trovano nei centri nervosi, ove servono non solo a connettere i tubulini midollari colle cellule nervose, ma ancora a riunire fra loro le diverse cellule dei centri nervosi. Questi tubulini sottili spesso fra il cindrasse e la loro guaina primitiva hanno appena un poco di sostanza midollare, la quale sotto l'azione dell'acqua, della pressione, degli stiramenti ec., si colligge di tratto in tratto sul cilindrasse, ed il tubulino così si presenta bozzuto o moniliforme (*f. 89-+0*).

Infine i tubulini *grigi* (fibre gelatinose, ganglionari, o nucleate del *Remak*) si trovano nei cordoni appartenenti al gran simpatico, sono nastriformi, del diam. di 0mm,0024 a 0mm,0067, e risultano di una guaina di connettivo con molti nuclei oblunghi, contenente soltanto un fascio considerevole di fibrille primitive senza sostanza midollare, onde questi tubulini si presentano tutti striati longitudinalmente. Alcuni ritengono che questi tubulini fossero nient'altro che piccoli funicoli di tessuto connettivo; però oltre al fatto che questi tubulini entrano e terminano in organi periferici di senso e di moto, bisogna considerare come gli animali forniti di sistema ganglionare (ad es. annulosi) hanno soltanto questi tubulini, ed il volerli ritenere come connettivo, significa negare a questi animali il sistema nervoso.

I tubulini nervosi servono a *condurre* gli eccitamenti o stimoli, e siccome questi o possano farsi alla periferia del corpo e trasmettersi fino ai centri nervosi, ovvero possono originarsi nei centri nervosi e trasmettersi alla periferia, così i tubulini fisiologicamente si distinguono in *centripeti* e *centrifughi*, e l'eccitamento che essi conducono, decorre sempre isolato, stante la doppia guaina, primitiva e midollare.

I tubulini nervosi si trovano riuniti e rinchiusi in guaine più o meno spesse di connettivo (*perinevro*), in cui decorrono a zig zag, apparenza che subito scompare allorchè il cordone nervoso si distende; questo aspetto flessuoso dei tubulini nervosi fu detto *linea spirale del Fontana*.

Cellule nervose. Una volta si ritenevano costituite da membrana, contenuto, nucleo o nucleolo. Oggi prima di tutto la membrana da molti è negata, e tutta la cellula nervosa per le ricerche di *Schultze* sarebbe nient'altro che l'incontro, e nel tempo stesso il divaricamento e l'intreccio di molti fasci di fibrille primitive, appartenenti ai tubulini che convergono nella cellula, o meglio che emanano dai suoi poli; in questo divaricamento di fibrille si troverebbe accumulato il contenuto della cellula, fornito di granuli adiposi e pigmentali gialli o bruni, ed immezzo a questo contenuto una vescicola molto distinta, cioè il nucleo col suo piccolo nucleolo (*f.* 97. *Tav. III.*); il nucleo delle cellule nervose a differenza degli altri nuclei cellulari scompare rapidamente sotto l'azione dell'ac. acetico concentrato.

Le cellule nervose si trovano nei centri nervosi, e precisamente nella così detta sostanza grigia, sia corticale del cervello, che centrale del midollo spinale, anzi il colore bruno della sostanza grigia è dovuto in gran parte al pigmento di queste cellule; si trovano pure nei grossi ganglii del simpatico e nei ganglietti periferici dello stesso. Le cellule nervose hanno un diam. che oscilla fra $0^{mm},09$ e $0^{mm},018$

Le cellule nervose si distinguono in quattro ordini, cioè *apolari*, *unipolari*, *bipolari* e *multipolari*.

Le cellule *apolari* si trovano nei ganglii, sono rotonde, a contorno bene limitato (*f. 93*) e prive affatto di poli o diramazioni; la loro esistenza però da molti è messa in dubbio, credendosi che nella preparazione l'unico prolungamento avesse potuto essere spezzato, ovvero che la sua radice fosse nascosta sotto della cellula.

Le cellule *unipolari* (*f. 94*) cioè quelle che presentano un solo braccio ramificato, si trovano d'ordinario nella parte corticale del cervello e del cervelletto.

Le cellule *bipolari* (*f. 95*) non consistono se non in un rigonfiamento sul decorso dei tubulini nervosi, il cilindrasse cioè sparpagliando e divaricando le sue fibrille comprenderebbe il contenuto ed il nucleo; queste cellule si trovano nei ganglii ed anche nei grossi centri nervosi.

Infine le cellule *multipolari* (*f.96-97*) sono grosse e presentano molte braccia, di cui soltanto uno od al più due si pongono in comunicazione coi tubulini nervosi, e tutto il resto (prolungamenti protoplasmatici) dividendosi e suddividendosi nella massa nervosa centrale, i loro rami si riducono a tale esiguità da scomparire completamente al microscopio. Queste cellule si trovano a preferenza nella sostanza grigia del *midollo* ed in quella dei grossi ganglii del cervello.

Le cellule nervose servono: 1° ad emanare uno stimolo verso un'organo periferico attraverso un tubulino centrifugo, od a ricevere uno stimolo fatto su di un'organo periferico e propagarlo al centro per un tubulino centripeto; 2° a trasmettere ad un tubulino centrifugo uno stimolo venuto dalla

Digitized by Google

periferia per un tubulino centripeto; e 3° a coordinare le azioni centripete o centrifughe che le attraversano.

Origine e terminazione dei nervi — I tubulini nervosi si originano nei centri dalle cellule, cioè a dire il cilindrasse non rappresenta che le fibrille della cellula riunite in un fascicolo stretto e compatto; questo cilindrasse originato dalla cellula si munisce ad una certa distanza di guaina primitiva, che viene fornita dal connettivo spugnoso dei centri nervosi (detto *nevroglia*), e poscia si avvia verso la periferia, decorrendo per lungo tratto nella massa nervosa centrale in forma di tubulo amidollare. Nello esternarsi il tubulino si munisce di guaina midollare, e diviene tubulo midollare; così costituito raggiunge con un decorso sempre isolato la periferia del corpo, ove giunto si ramifica ordinariamente in tubulini secondarii e questi in altri, i quali ultimi si spogliano prima della guaina midollare e poi della guaina primitiva, e così giungono in un organo periferico (fibra muscolare, corpuscolo tattile, cellula secretrice ec.), ove terminano il più delle volte in una cellula di natura nervosa od anche in un nucleo. Come si vede, il cilindrasse è la parte essenziale ed indispensabile del tubulino nervoso, esso congiunge una cellula nervosa centrale con un'organo periferico, presentandosi libero e nudo là dove lo stimolo si origina o là dove giunge, e rivestito da due guaine isolanti solo nel suo decorso dal centro alla periferia.

Chimica del tessuto nervoso — Questo tessuto ha una densità poco maggio dell'acqua distillata, cioè 1,041 per la sostanza bianca e 1,053 per la sostanza grigia (*Sankey*); la reazione del suo succo può essere neutra, poco alcalina, o leggermente acida; la reazione neutra o lievemente alcalina si ha nel tessuto nervoso vivo od allo stato di riposo, invece la reazione acida si riscontra nel tessuto nervoso o stanco per la molta attività, o morto da qualche tempo.

In media il tessuto nervoso tiene il 75 % di acqua ed il 25 % di sostanze solide, però l'acqua non trovasi da per tutto nella stessa quantità, così la sostanza grigia dell'encefalo ne contiene 84 a 86 %, i cordoni nervosi periferici 76 a 78 %, la sostanza bianca encefalica 64 a 70 %, ed il midollo spinale circa 66 %. Il residuo solido secco del tessuto nervoso, che si può facilmente polverare, risulta della metà circa di sostanze solubili nell'etere ed alcool a caldo, e di un'altra metà di sostanze insolubili nell'etere; le prime sono i due grassi o meglio *lipoidi* caratteristici del tessuto nervoso, cioè il *protagono* e la *myelina*, e le seconde sono gli *albuminoidi*, le *sostanze estrattive* ed i *sali*. Un'analisi chimica quantitativa precisa ed esclusiva del tessuto nervoso non esiste, ed è difficile od impossibile stante la fusione intima anatomica con varii altri tessuti.

I grassi del tessuto nervoso sono *lipoidi* e non veri grassi, giacchè a differenza di questi si sciolgono soltanto nell'alcool ed etere bollenti e non

a freddo, hanno fosforo ed azoto, oltre l'ossigeno, l'idrogeno ed il carbonio, e finalmente non sono saponificabili; per altro essi sono combustibilissimi, bruciano con fiamma fuliginosa, sono ontuosi, macchiano la carta ec. Questi grassi (p. 20) sono la *myelina*, che forma la sostanza midollare dei tubulini nervosi (*Virchow*), ed il *protagono* che si trovà a preferenza nei contenuti delle cellule nervose; essi decomponendosi dànno luogo alla formazione di altri lipoidi, quali la *cerebrina* (che era l'*ac. cerebrico* di *Fremy*), la *lecitina* e la *colesterina* (p. 14 e 20); tanto il protagono che la lecitina decomponendosi in presenza degli alcali dànno luogo all'ac. fosfoglicerico, all'ac. stearico ed alla *nevrina*. La colesterina si trova abbondantissima nelle masse nervose conservate da gran tempo, sopratutto nell'alcool; nelle masse nervose poi dei cadaveri in putrefazione, e massime sotto l'ependima dei ventricoli cerebrali, si rinviene anche in gran copia la *sostanza amiloide* in forma di granuli, ciascuno con zone concentriche e con un'ilo, i quali trattati colla tintura di iodo e coll'ac. solforico si colorano in violetto (p. 19).

Il tessuto nervoso fra le materie solubili nell'acqua presenta *albumina* ed *albuminato di potassa* (caseina) abbondante quest'ultimo nella massa cerebrale (*Hoppe-Seyler*); queste sostanze proteiche si trovano a preferenza nel succo interstiziale del tessuto nervoso e nei cindrassi. Le sostanze estrattive sono, l'*inosite*, la *leucina*, la *xantina* e la *ipoxantina*, la *creatina*, l'*ac. urico* e l'*urea*, non che gli acidi *formico*, *lattico*, ed *acetico*, che dànno la reazione acida al tessuto nervoso stanco o morto. Infine i principii minerali del tessuto nervoso che si ricavano colla calcinazione, sono alcuni solubili ed altri insolubili, i primi sono *cloruri*, *solfati* e *fosfati alcalini*, ed i secondi *fosfati terrosi*, *ossido di ferro*, *silice* e *fluore*. Secondo *Breed* su 100 parti di cenere della sostanza cerebrale fresca si troverebbero i seguenti principii: ac. fosforico libero 9.15, fosfato di potassa 55.24, fosfato di soda 22.93, fosfato di ferro 1.23, fosfato di calce 1.62, fosfato di magnesia 3.40, cloruro di sodio 4.74, solfato di potassa 1.64, silice 0.42.

L'attività nervosa, sopratutto della massa cerebrale, per la ossidazione dei suoi grassi darebbe luogo, secondo molti autori, alla formazione della colesterina, che verrebbe escreata pel fegato, e dei fosfati, che verrebbero ad uscire coll'urina.

§ 2.° — *Proprietà fisiche ed animali del tessuto nervoso.*

Le proprietà fisiche sono, il *colore*, la *coesione*, la *elasticità* e l'*elettricità*; la proprietà animale è la *eccitabilità*.

Il *colore* del tessuto nervoso può essere bianco e grigiastro; è bianco nei cordoni che emanano dall'asse cerebro-spinale e nella sostanza midollare dei centri nervosi, invece è grigio-rossastro nella così detta sostanza grigia, la quale deve una tale colorazione sia al pigmento delle cellule ner-

Digitized by Google

vose, sia pure alla fittissima rete vasale di cui è fornita. I cordoni del gran simpatico presentano un colorito grigiastro oscuro, che è dovuto piuttosto alla trasparenza delle fibre nucleate, anzichè a pigmento.

La *coesione*, cioè la resistenza che oppone il tessuto nervoso ad essere rotto o lacerato, a vero dire non si deve proprio alla sostanza nervosa, od almeno vi si deve ben poco stante la tenue resistenza delle fibrille del cilindrasse e delle cellule nervose, non che la consistenza della mielina e dei contenuti cellulari; invece la coesione si deve al connettivo che involge e regge la sostanza nervosa, ed è naturale che a seconda le modifiche di questo connettivo il tessuto nervoso debba presentare diversa coesione, la quale raggiunge il suo massimo nei cordoni nervosi periferici, ed il suo minimo nella polpa cerebrale.

L'*elasticità*, cioè quella forza per la quale un corpo tende a riprendere la forma ed il suo volume primitivo una volta che ne è stato allontanato, si sperimenta del pari nel tessuto nervoso. Delle quattro specie di elasticità, cioè di tensione, di compressione, di flessione e di torsione, il tessuto nervoso presenta evidente quella di tensione e quella di compressione; la prima si ha nei cordoni nervosi, i quali spezzati in un punto si ritirano nei loro monconi, ma di poco, ciò si deve a preferenza al nevrilema ed esprime come nella loro disposizione anatomica la elasticità si trovi impiegata; i tubulini nervosi che compongono il cordone nervoso, abbandonati alla loro propria elasticità, si dispongono flessuosi od a zig zag (*spirale del Fontana*), e questa disposizione la serbono nel corpo quando le parti sono in flessione, chè se queste si estendono, le flessuosità dei tubulini spariscono, e così questi senza rompersi o stirarsi molto acquistano una maggiore lunghezza; appena la estensione cessa, subito il nevrilema si retrae ed i tubulini ritornano flessuosi. Anche il midollo spinale presenta la elasticità di tensione, che è maggiore quando è vestito ancora delle tre meningi. La massa encefalica presenta invece la elasticità di compressione, giacchè compressa dal sangue durante la sistole ventricolare ed il momento di espirazione, ritorna al suo volume primitivo nei momenti opposti; ciò peraltro ha luogo soltanto nell'adulto che tiene il cranio tutto ossificato ed inestensibile, invece nel neonato essendo le fontanelle ancora molli, l'encefalo traduce su queste la compressione che riceve e le solleva. Alcuni Autori però negherebbero la compressione dell'encefalo nell'adulto, dicendo che per quanto sangue preme di più nel cranio per altrettanto liquido cefalo-rachidiano rifluisce nella teca vertebrale.

Il nervo oltre a queste proprietà fisiche, ne presenta una assai interessante, qual'è la *elettricità* od il *potere elettromotore*.

La scovorta della elettricità nervosa si deve a *Luigi Galvani* (Bologna—1789), il quale avendo sospese molte rane per i loro nervi mediante uncinetti alla ringhiera di un balcone, vide che allorquando le rane scosse dal vento oscillavano e toccavano colle gambe i ferri del balcone, subito veni-

vano prese da tremiti convulsivi; il Galvani addebitò queste scosse allo incontro delle due opposte elettricità, la nervosa e la muscolare, attraverso l'arco metallico conduttore; secondo lui la rana era una boccia di Leida, di cui le armature erano rappresentate dai nervi e dai muscoli. Alessandro Volta, professore a Pavia, contradisse la scoverta di Galvani, ed ammise che la elettricità in tal caso, anzichè essere sviluppata dai tessuti animali, proveniva dal contatto di metalli eterogenei; ma Galvani persistendo nel suo principio giunse a dimostrare la elettricità essere propria dell'animale, giacchè facendo cadere in un modo conveniente i nervi d'una coscia di rana sui muscoli dello stesso animale, si ebbero delle scosse convulsive nella coscia, indipendentemente da qualunque contatto metallico.

Oggigiorno adunque da tutti si ritiene che il nervo sia dotato di potere elettromotore; per dimostrarlo si fa uso del così detto *reoscopo fisiologico*, che consiste in una coscia di rana viva col suo nervo ischiatico isolato (*f.176.T.VIII*). Su di una lastra di vetro *a* si dispongono due cuscinetti paralleli di carta bibula svedese *i v*, impregnati di soluzione di cloruro di sodio; due capi vicini di questi cuscinetti si congiungono mediante un terzo cuscinetto trasversale a mo' di ponte *x*, e gli altri due capi si ricoprono con due pezzettini di membrana testacea bagnati di albume d'uovo; è appunto su questi ultimi due capi che si adagia trasversalmente il nervo *n* del reoscopo fisiologico. Disposto in tal modo il piccolo apparecchio, ad ogni levare e mettere del cuscinetto trasversale si ha una contrazione nella coscia *c*, dovuta all'oscillazione della corrente elettrica nel nervo, la quale nel chiudere il circuito scema e nell'aprirlo aumenta d'intensità.

Con questa esperienza delicata si dimostra soltanto la corrente elettrica nel nervo, ma non se ne può valutare la *direzione* e l'*intensità;* per ottenere questi dati bisogna adoperare il *galvanometro* o *moltiplicatore,* il quale è fondato sul principio dell'azione direttrice della corrente elettrica sull'ago magnetico. *Oersted* scoprì nel 1819 che, se si dispone un filo metallico, percorso da una corrente, parallelamente ad un ago di declinazione, quest'ultimo abbandona la direzione del meridiano magnetico e tende a mettersi in croce colla corrente. *Ampère* riunì in un solo enunciato le diverse circostanze del fenomeno, e formulò la legge che presiede alla direzione della deviazione dell'ago magnetico. Se s'immagina un'osservatore nuotante nella corrente col ventre rivolto verso l'ago, e disposto in modo che la corrente entri per i suoi piedi ed esca per la sua testa, la legge di Ampère si enuncia così: *il polo nord o australe dell'ago magnetico è deviato sempre a sinistra della corrente.* Il senso della deviazione del polo nord dell'ago dice adunque la direzione della corrente, ed il grado di deviazione la intensità della stessa.

Su questo principio è fondato il galvanometro, il quale si rende sensibilissimo alle piccole correnti con due mezzi; il primo, dovuto a *Schweigger*, consiste nel fare girare il filo conduttore (di rame, sottile ed isolato)

20 a 30,000 volte attorno all'ago, ed il secondo, dovuto a *Nobili*, consiste nel diminuire l'azione direttrice della terra sull'ago, col rendere quest'ultimo *astatico*, prendendo cioè due aghi di egual forza e congiungendoli invariabilmente coi poli di nome contrario, uno sull'altro (*f.177.T.VIII*); quest'ago doppio è sospeso ad un filo di bozzolo, e mentre l'inferiore *a* è immerso nel rocchetto moltiplicatore, il superiore *a'* si trova allo esterno e si muove su di un quadrante sul quale si leggono le deviazioni.

Il galvanometro così costituito non è completo per la Fisiologia, giacchè se le due estremità del filo di rame si fanno venire in contatto col tessuto nervoso, si stabiliscono dei processi chimici od elettrolitici, che finiscono per polarizzare i conduttori. Ora per rendere questi ultimi *indifferenti*, e per fare che il tessuto animale tocchi mezzi conduttori omogenei, si pratica nel seguente modo; le due estremità del filo galvanometrico *x x* terminano con due lamine di zinco amalgamato *z z*, le quali si immergono egualmente in due vaschette di porcellana piene di soluzione di solfato di zinco *v v*; queste vaschette che sono ordinariamente rettangolari si avvicinano in modo che i loro due bordi restino paralleli ed a poca distanza; su questi bordi si adagiano due cuscinetti rettangolari di carta bibula svedese *c c*, i quali resteranno naturalmente anch'essi impregnati di sale di zinco; i cuscinetti si coprono con due pezzi di membranella testacea bagnati nell'albume d'uovo, e su questi finalmente si adagia il nervo *n*, facendo in modo che non tocchi il sale metallico; sui cuscinetti si possono mettere pure due listerelle di argilla impregnate di soluzione di clururo di sodio, e su queste si adagia il nervo.

Avutosi in pronto un galvanometro sensibile, per provare la corrente elettrica del nervo, se ne stacca ad es. un tratto dall'ischiatico della rana; in questo tratto di nervo bisogna distinguere innanzi tutto una *sezione longitudinale*, che è d'ordinario naturale, (ma che può essere pure artificiale quante volte un cordone nervoso si divide longitudinalmente, in tal caso le sezioni longitudinali, naturale ed artificiale si comportano entrambe nello stesso modo), e due *sezioni trasversali* che sono artificiali, delle quali ultime una è centrale ed un'altra periferica; dippiù nel mezzo del tratto nervoso bisogna distinguere la *linea equatoriale*, che può essere anatomica quando cade proprio nel mezzo del nervo, e fisiologica quando divide esattamente in due parti eguali il potere elettrico del nervo, nel qual caso cadrebbe più vicino alla sezione trasversale centrale, ove questo potere è maggiore.

Il nervo presenta diversi fenomeni secondo il modo col quale si applica sul galvanometro. Cinque sono le posizioni del nervo sul galvanometro, due di inattività, due di media attività, ed una di massima attività (*f. 178.Tav.VIII*). Nella 1ª posizione *a* il nervo tocca i due cuscinetti di carta bibula colle sue due sezioni trasversali; colla 2ª *b* tocca i due cuscinetti con due punti della sezione longitudinale egualmente distanti dall'equatore fi-

Digitized by Google

siologico; in queste due posizioni le tensioni elettriche si fanno equilibrio ai due estremi del filo galvanometrico, e quindi non vi ha ragione di corrente o di deviazione dell'ago. Nella 3ª posizione *c* il nervo tocca i due cuscinetti con due punti della sezione longitudinale, inegualmente distanti dall'equatore fisiologico, in tal caso l'ago devia e segna una corrente, che dal punto più vicino all'equatore va al punto più lontano dallo stesso, sempre però attraverso il filo conduttore, giacchè nel nervo per ricomporsi il circuito la corrente va in senso inverso; anche due punti di una sezione trasversale inegualmente distanti dall'asse dànno una corrente che dal punto più lontano va al punto più vicino all'asse; questo fatto che si può verificare sperimentalmente sul muscolo, sul nervo è difficile od impossibile a verificarsi stante la strettezza della sezione trasversale. Nella 4ª posizione *d* il nervo tocca un cuscinetto colla sezione longitudinale ed un'altro colla sezione trasversale, in tal caso la corrente attraverso il filo va dalla sezione longitudinale alla trasversale. Finalmente colla 5ª posizione *e* il nervo è piegato ad ansa toccando un cuscinetto con due punti della sezione longitudinale ed un'altro colle due sezioni trasversali, si deve avere in tal caso una corrente intensa (cioè il doppio che nella 4ª posizione), che attraversa il filo dalle sezioni longitudinali alle sezioni trasversali.

Le proprietà elettriche che presenta il nervo si possono riunire nella seguente *legge fondamentale della elettricità nervosa* (*Wundt*):

« L'arco di un conduttore elettrico essendo messo in contatto con un punto qualunque della sezione longitudinale naturale e con un punto qualunque della sezione trasversale artificiale, è percorso da una corrente che si dirige dalla sezione naturale verso la sezione artificiale; questa corrente percorre per conseguenza il nervo dalla sezione trasversale artificiale verso la sezione longitudinale naturale. Questa corrente è al massimo quando il conduttore riunisce l'equatore con un punto della sezione trasversale, e diviene sempre più debole a misura che l'estremità in contatto colla sezione longitudinale si allontana dall'equatore. Quando il conduttore riunisce colle sue estremità due punti della sezione longitudinale equidistanti dall'equatore, o due punti simmetrici di una sezione trasversale, non vi si può constatare corrente di sorta. Quando al contrario si riuniscono colle estremità del conduttore due punti della sezione longitudinale non equidistanti dall'equatore, ovvero un punto della sezione longitudinale od un punto della sezione trasversale con il centro di quest'ultima vi si possono constatare sempre delle correnti deboli ».

Il grado o l'*intensità* della corrente nervea tiene a diverse condizioni, cioè: 1.ª è in ragione diretta della lunghezza e grossezza del nervo, cioè è in ragione della massa nervosa; 2.ª è in ragione diretta della vicinanza all'organo centrale, avendosi in uno stesso nervo una corrente tanto maggiore per quanto più il tratto è stato staccato in vicinanza del centro nervoso; 3.ª è in ragione diretta della integrità e dello stato di riposo del ner-

vo, giacchè un nervo contuso, legato, stimolato, stanco ec. dà una corrente piccolissima o nulla, e se stando il nervo al galvanometro lo si stimola, la corrente elettrica diminuisce in ragione dello stimolo, o l'ago può ritornare per fino sullo 0° (*oscillazione negativa*); da ciò si deduce che i nervi forniti del maggior potere elettromotore sono quelli degli animali avvelenati col curare, ed all'opposto i nervi degli animali avvelenati colla stricnina si presentano quasi destituiti di ogni potere elettromotore, giacchè nel primo caso seno rimasti in completo riposo, e nel secondo invece in uno stato di permante e forte eccitamento (nel nervo però, che passa dallo stato di riposo a quello di attività, se si ha diminnzione del potere elettromotore, si nota all' opposto un' insolito sviluppo di calore, quantunque di frazioni di grado (*Oehl*); 4.ª è in ragione diretta della freschezza del nervo, giacchè il potere elettromotore va estinguendosi a misura che il nervo muore, val dire che l'ago a poco a poco ritorna verso lo 0°, poscia l' oltrepassa e devia un poco in senso opposto, indi ritorna nello stesso verso di prima, e finalmente dopo aver compiuto un certo numero di oscillazioni irregolari attorno allo 0°, (*stato agonico*), si ferma su quest' ultimo, dimostrando la totale perdita del potere elettromotore, la quale avviene tanto più presto per quanto il tratto nervoso staccato trovavasi più vicino al suo centro.

La corrente del nervo cessa o si estingue per le seguenti cagioni: 1.ª per la morte del nervo, 2.ª per l' azione di varii mezzi coagulanti (alcool, tannino, acidi ec.), 3.ª per il freddo agghiacciante e per il calore urente, e 4.ª infine per l' aggiunta e sottrazione rapida di molt' acqua.

Come si deve ritenere costituito il nervo perchè possa dare sviluppo di corrente elettrica?

Il mezzo più semplice l' è quello di paragonarlo ad un' elettromotore voltaico, cioè ad una pila costituita da due metalli eterogenei di forma cilindrica, l' uno entro l' altro, immersi in un liquido conduttore e disposti in modo che il più attaccabile (*zinco*) ricopra il meno attaccabile (*rame*) per tutta la sua lunghezza, tranne ai due estremi, ove quest' ultimo rimane allo scoverto; è naturale che mediante un conduttoro interpolare si possano deviare da questo sistema semplicissimo delle correnti (riconoscibili al galvanometro), sempre che un' estremo tocca la superficie longitudinale (*zinco*), e l' altro estremo la trasversale (*rame*), le correnti andranno nel conduttore dal primo al secondo punto, o pure sempre che col conduttore si riuniscono in generale due punti del sistema ove la tensione elettrica non è eguale (*f. 179. Tav. VIII*). Questo paragone regge fino ad un certo punto, giacchè il nervo si può dividere e suddividere in pezzi minuti, prodotti tanto da divisione longitudinale che trasversale, ed intanto questi pezzettini, ancora applicabili sui cuscinetti del galvanometro, seguitano a dare correnti; di tal che il nervo non si può paragonare ad una sola e grossa coppia voltaica, ma piuttosto lo si deve ritenere come un'aggregato od una serie sterminata di tante piccolissime coppie (*molecolari*), disposto in un

modo particolare. Secondo *Du Bois Reymond* il nervo, e, come si vedrà, anche il muscolo, si compone di un sistema regolare di *molecole elettriche peripolari* (*f. 180. Tav. VIII*), cioè molecole sferiche, costituite ciascuna da una zona mediana od equatoriale positiva e da due zone polari negative; trovandosi queste molecole disposte in serie regolari, tanto longitudinalmente che trasversalmente, nel nervo, è naturale com'esse toccheranno tutte la sezione longitudinale del nervo colle zone *positive*, ed invece toccheranno le sezioni trasversali dello stesso coi poli *negativi*; ed essendo tutte queste molecole contenute in un conduttore indifferente (involucri del cilindrasse), quest'ultimo sarà costantemente percorso da correnti che vanno dalla sezione longitudinale alle trasversali, e da correnti che da punti prossimi alla linea equatoriale (tensione maggiore) si portano verso punti prossimi alle sezioni trasversali (tensione minore). Infine secondo lo stesso Autore, per spiegare la polarizzazione di queste molecole nell'*elettrotono*, bisogna considerare ciascuna molecola peripolare costituita da *due molecole bipolari*, di cui ciascuna risulterebbe di una metà positiva e di una metà negativa, come nella *f. 181 Tav. VIII.*

Elettrotono — Un nervo percorso da una corrente voltaica, continua costante, dicesi *elettrotonizzato*. Supponiamo un nervo disposto sui cuscinetti del galvanometro in posizione attiva (ad es. nella 4ª posizione); se sul tratto nervoso non compreso fra i cuscinetti (*f. 183—a*) si applica una corrente di una pila costante in modo che l'elettrode positivo (*anode*) si trovi più vicino alla linea equatoriale, ed il negativo (*catode*) più vicino alla sezione trasversale, si avrà nel tratto interpolare una corrente che va secondo la freccia, la quale percorrendo il nervo nello stesso verso della corrente propria, ne facilita il passaggio fra la sezione longitudinale e il cuscinetto, quindi la rinforza e fa aumentare la deviazione dell'ago; ciò costituisce la *fase elettrotonica positiva*. Invece applicando gli elettrodi sullo stesso nervo, come nella *f. 184—b*, si vede chiaro che la corrente aggiunta percorre in tal caso il nervo in verso contrario alla corrente propria, quest'ultima per ciò viene indebolita, cioè viene in gran parte ostacolato il suo passaggio fra la sezione longitudinale ed il cuscinetto, e la deviazione dell'ago diminuisce; ciò dicesi *fase elettrotonica negativa*.

Secondo *Du Bois* la corrente aggiunta *polarizza* le molecole elettriche *bipolari* del nervo, facendo volgere tutti i loro poli positivi verso il negativo della pila, ed i poli negativi verso l'elettrode positivo (*f. 182*); questa polarizzazione delle molecole elettriche nervose non si limita soltanto nel *tratto interpolare*, limitato cioè dai due elettrodi della pila, ma si estende ancora più o meno, secondo varie condizioni, nei due tratti del nervo *extrapolari*; è naturale quindi che se la polarizzazione avviene nello stesso verso della corrente propria del nervo, quest'ultima sarà rinforzata, e che se avviene in senso contrario, la corrente propria sarà diminuita. Le fasi elettrotoniche però dipendono assolutamente da questa polarizzazione delle molecole

nervose, e non si debbono attribuire alla semplice aggiunzione della corrente della pila, giacchè se il nervo che sta sui cuscinetti si allaccia nel mezzo o si contunde, i fenomeni dell'elettrotono cesseranno interamente, quantunque il nervo in tal caso sia rimasto conduttore dell'elettricità.

Le fasi elettrotoniche, riguardo alla loro *intensità*, tengono a varie ragioni: 1.° sono in proporzione dello stato di freschezza del nervo e quindi della intensità della sua corrente propria; 2.° sono in ragione diretta della estensione del tratto compreso fra gli elettrodi, avendosi una più estesa polarizzazione nel nervo; 3.° sono in ragione diretta della intensità della corrente aggiunta, però fino ad un certo limite, oltre il quale, la corrente facendosi troppo forte, l'elettrotono diminuisce rapidamente; 4.° infine sono in ragione della posizione degli elettrodi sul nervo, giacchè per quanto più questi vi cadono perpendicolarmente, per altrettanto l'elettrotono diverrà meno cospicuo, e per ottenerlo assai intenso bisogna applicare gli elettrodi molto distanti l'uno dall'altro e quasi coricati sul nervo. La spiega di quest'ultima condizione è, che nel 1.° caso le molecole elettriche del nervo si polarizzano in modo da presentare alle compagne vicine, in senso longitudinale tanto il polo positivo che il negativo, per modo che queste ultime non avranno in che senso polarizzarsi e resteranno immobili, per cui essendo molto limitata la polarizzazione, i fenomeni dell'elettrotono saranno poco evidenti; nel 2.° caso invece siccome ogni molecola presenta alla compagna un solo polo, così è che chiama a sè il polo di nome contrario, onde la polarizzazione è molto estesa, ed i fenomeni dell'elettrotono saranno cospicui.

Allorchè sull'estremo di un nervo elettrotonizzato si adagia l'estremo di un'altro nervo, in quest'ultimo si genera l'elettrotono *indotto*, però con una polarizzazione inversa delle molecole (*f. 185. T. VIII*).

Il tessuto nervoso (1) gode del potere elettromotore, è indubitato; ma siccome per constatare siffatta proprietà bisogna necessariamente staccare il nervo dal corpo ed applicarlo sul galvanometro, così è sorta spontanea in varii Fisiologi la dimanda: questa elettricità in corrente è proprio del nervo *vivo*, ovvero si stabilisce nel nervo dopo *staccato* dal corpo, e quindi in via di decomposizione? — Tra costoro Albini sostiene che la elettricità sia *una manifestazione del nervo morente*, ritenendola prodotta dalle alterazioni chimiche che subisce il contenuto del tubulino nervoso *staccato* in presenza dell'aria; onde egli per confermare la sua opinione si avvale dei seguenti due argomenti sperimentali: 1° tolto il nervo ischiatico da una rana viva e disseccato prontamente, non dà più sviluppo di corrente, invece se questo nervo dopo giorni, settimane e mesi si lascia imbevere di acqua, di nuovo

(1) E diciamo *tessuto nervoso* e non *nervo*, giacchè anche le masse nervose centrali ridotte in pezzi cilindrici o prismatici, anche i ganglii applicati sul galvanometro, manifestano un certo sviluppo di corrente.

manifesta al galvanometro il suo potere elettromotore, in tal caso il disseccamento rapido avrebbe arrestato i processi chimici di decomposizione nel nervo, e con essi la elettricità che ne era l'effetto (*V. Rendic. Acc. Real.*— Marzo 1869); 2° se in un'animale si isola un nervo, ad es. l'ischiatico, e poscia si lega al capo superiore ed al capo inferiore, e si stacca dal corpo con due colpi di forbici, dati oltre le due legature, se questo nervo cogli estremi legati e chiusi si applica sul galvanometro, si nota un tenue potere elettromotore; invece se, stante il nervo sul galvanometro in posizione attiva, se ne escidono gli estremi legati, lo sviluppo dell'elettricità si manifesterà intenso, essendo venuto in tal caso il contenuto dei tubulini in contatto dell'aria, ed essendosi così stabiliti quei processi chimici che colle legature erano impediti.

Questi due argomenti sono, senza dubbio, di una certa importanza, ma non tali da rispondere alle seguenti difficoltà, per le quali sembra che per ora non si possa togliere di mezzo il principio, che *l'elettricità sia un fenomeno del nervo vivo:*

1.ª L'Abate Spallanzani disseccava non i nervi, ma animali interi (*rotiferi*), e poi li faceva rivivere imbevendoli di acqua; quindi la sottrazione di acqua paralizza pure le proprietà animali.

2.ª La corrente elettrica nel nervo staccato ed abbandonato a sè stesso si estingue di pari passo colle proprietà animali.

3.ª La corrente elettrica si estingue nel nervo sotto le stessi cagioni e gli stessi maltrattamenti che fanno cessare le proprietà animali.

4.ª Se la corrente l'è un fenomeno del nervo morente, perchè si modifica sotto l'influenza di certi veleni, che alterano la proprietà animale o vitale del nervo, cioè l'eccitabilità?—Perchè insomma sotto l'influenza del curare l'eccitabilità è spenta, ed il potere elettromotore diviene intenso, e perchè colla stricnina l'elettricità è nulla e l'eccitabilità è esaltata al massimo?—Un tal genere di veleni non dovrebbe certamente influire sullo sviluppo della elettricità del nervo, quante volte questa dipende da semplici alterazioni chimiche. Ed il contenuto dei nervi avvelenati colla stricnina non sta forse sotto l'influenza dell'aria, e non si altera anch'esso?

5.ª Perchè l'elettricità scompare o diminuisce semprechè si stimola il nervo al galvanometro?—Pizzicando un nervo si abolisce forse l'alterazione chimica?

6.ª Nel corpo animale si trovano tanti tessuti, che staccati e messi in contatto dell'aria si alterano, e come, soltanto le alterazioni del tessuto nervoso e del tessuto muscolare hanno la proprietà di sviluppare corrente?—Se la causa della corrente fosse l'alterazione chimica, si dovrebbe avere per i diversi tessuti una gradazione nello sviluppo dell'elettricità, e non già l'essere e il non essere?

7.ª In ogni nervo staccato il suo contenuto è egualmente esposto all'aria nelle due sezioni trasversali, ora perchè il potere elettromotore nel ner-

vo è tanto più cospicuo per quanto più questo si trova in prossimità dei centri?

8.ª Se l'alterazione chimica alle sezioni trasversali è la causa della corrente elettrica, perchè mai la tensione maggiore dell'elettricità si trova alla sezione longitudinale e proprio alla linea equatoriale? Ciò farebbe supporre l'inverso, cioè che il nervo prima di essere staccato abbia equilibrata da per tutto la tensione elettrica, e che poi facendosi artificialmente le sezioni trasversali, ivi la tensione scemi considerevolmente per le alterazioni del contenuto nervoso in contatto dell'aria, e perciò divengano negative relativamente alla sezione longitudinale; e questo fatto spiegherebbe ciò che è stato più volte osservato, cioè che la corrente aumenta di poco nel nervo alquanto tempo dopo cho è stato staccato per l'aumento dello squilibrio di tensione, e poi (approfondandosi le alterazioni) a poco a poco diminuisce.

9.ª Se tutti conoscono che l'*aumento* della decomposizione chimica nel nervo morente si accompagna sempre a una *diminuzione* nell'attività elettromotrice, come poi questa attività sarebbe essa stessa *prodotta* dalla decomposizione nel nervo morente (*Wundt*)?

10.ª Negando la elettricità nel nervo vivo, ed ammettendola nel nervo staccato per la decomposizione chimica cui questo va soggetto, si viene a negare indirettamente la disposizione elettrica molecolare nel nervo vivo ed attivo; ora negando questa disposizione, come si potrebbero spiegare i fenomeni dell'elettrotono primitivo e dell'elettrotono indotto, e come spiegare i diversi effetti che si hanno nelle diverse applicazioni della corrente continua, anche per uso terapeutico?

11.ª Infine dovendosi ammettere per analogia che nel muscolo la corrente derivi pure da alterazioni chimiche, come spiegare la corrente generale muscolare della rana, e molto più la corrente generale muscolare dell'uomo vivo?

Finchè adunque queste ed altre questioni non saranno risolute nella Scienza, noi ritenghiamo (colla comune dei Fisiologi) la elettricità come un fenomeno che accompagna lo stato vivo ed attivo del nervo, del pari che le altre manifestazioni attive, quali lo sviluppo del calore, la eccitabilità ec., e non già che si sviluppi nel nervo morente per le alterazioni chimiche; in fine dei conti nell'Organismo *tutto* dipende da processi chimici, a capo dei quali sta l'ossidazione, e se l'ossigeno non si fissa alle materie specifiche del tessuto nervoso, anche la proprietà animale, anche la eccitabilità non darà più alcuna manifestazione.

Eccitabilità dei nervi — È quella proprietà che hanno i nervi di rispondere agli stimoli od eccitamenti, ovvero è la proprietà per la quale il nervo sotto l'influenza degli eccitamenti passa dallo stato di riposo a quello di attività.

L'eccitabilità del nervo si riconosce in varii modi, cioè 1.° subbietti-

vamente, 2.° obbiettivamente, 3.° col reoscopo fisiologico. Per *via subbiettiva* si può dimostrare l'eccitabilità dei nervi di senso, cioè l'individuo avverte colla sua coscienza gli stimoli fatti alla periferia dei suoi nervi di senso; per *via obbiettiva* si può riconoscere l'eccitabilità nei nervi di un'animale vivo, in cui si possono stimolare sia i nervi di senso per avere segni di dolore, ovvero movimenti riflessi; sia i nervi di moto per avere direttamente la contrazione muscolare, sia pure i nervi di secrezione per avere l'aumentato flusso di umore da una data glandula. *Col galvanometro* pure si può riconoscere l'eccitabilità del nervo, giacchè allorquando il nervo, situato sui cuscinetti, passa per uno stimolo qualunque dallo stato di riposo a quello di attività, si ottiene una diminuzione nella deviazione dell'ago, e da questa diminuzione si giudica dello stato di eccitamento del nervo. Infine l'eccitabilità si può riconoscere *col reoscopo fisiologico*, cioè a dire una coscia di rana, il cui nervo si adagia sul nervo soggetto all'esperimento; irritando quest'ultimo nervo, diminuisce la sua corrente elettrica, e questa diminuzione operando da stimolo sul nervo del reoscopo provoca una contrazione muscolare.

Sul nervo si possono applicare diversi stimoli, ma questi daranno sempre su di un'unico nervo lo stesso effetto secondo la natura di quest'ultimo; così per il n. ottico sia un'irritazione meccanica, sia termica, sia elettrica ec., sarà seguita sempre da disturbi nella visione (lampi, sprazzi, scintille ec.); invece uno stesso stimolo applicato sopra diversi nervi darà tanti effetti diversi a seconda la natura di questi nervi, così una corrente d'induzione su di un nervo di tatto darà dolore, su di un nervo di moto contrazione, sul nervo ottico visione alterata, sul nervo acustico rumori, sui nervi del gusto sensazioni sapide ec.

Gli eccitamenti o gli stimoli possono essere normali ed abnormi, e questi ultimi patologici, o sperimentali. Normalmente l'eccitamento ha luogo solo nel centro od alla periferia del nervo, nel centro per i nevi *centrifughi*, ed alla periferia per i nervi *centripeti*; l'eccitamento lungo il decorso del nervo è sempre anormale, e può dipendere sia da malattie che ledono il nervo nella sua continuità; sia da stimoli applicati artificialmente sul nervo messo allo scoverto.

Avendo riguardo al *luogo* ove normalmente l'eccitamento cade sul nervo, e all'*effetto* che tien dietro all'eccitamento, i nervi possono ripartirsi in tre categorie, cioè: nervi *centrifughi*, nervi *centripeti* e nervi *commessurali*.

Per i nervi *centrifughi* l'eccitamento normale ha luogo sempre nel centro (*stimoli interni*), ove essi sono più eccitabili, cioè o nei centri nervosi dell'asse cerebro-spinale, o nei ganglii, e l'eccitamento parte sempre dalle cellule nervose; i diversi effetti che possono produrre questi eccitamenti centrifughi sono, il movimento volontario, la secrezione, l'arresto o la moderazione di certi movimenti, il movimento dei vasi sanguigni, e la nutri-

zione delle varie parti del corpo, compresi gli stessi cordoni nervosi; quindi i nervi *centrifughi* vanno ripartiti in:

1.° *nervi motori*, il cui eccitamento determina una contrazione muscolare (ad es. l'ipoglosso per la lingua);

2.° *nervi secretori*, che terminano in elementi glandulari, e che stimolati aumentano la secrezione (ad es. la corda del timpano per la gl. sottomascellare);

3.° *nervi inibitori* o *paralizzatori*, che ordinariamente terminano in organi di moto, e che eccitati determinano il rallentamento o l'arresto del movimento (ad es. il n. vago pel cuore);

4.° *nervi vasomotori*, cioè nervi di moto che terminano nella tunica muscolare dei vasi sanguigni, e ne regolano l'ampiezza (ad es. il simpatico cervicale pei vasi della testa);

5.° *nervi trofici* (?), che regolano la nutrizione dei tessuti del corpo, compreso il nervoso (ad es. il trigemino per le diverse parti della faccia).

Per i nervi *centripeti* invece l'eccitamento normale ha luogo alla periferia del corpo (*stimoli esterni*), ov'essi sono eccitabili al massimo, ed a seconda i nervi stimolati si hanno diversi effetti, i quali sono, o una sensazione specifica, o un dolore, od un fenomeno riflesso; onde si hanno:

1.° *nervi di sensibilità speciale*, i quali terminano nei cinque organi di senso, ed eccitati dànno diversa sensazione, come luce, odore, suono, contatto ec;

2.° *nervi di sensibilità generale*, i quali si distribuiscono in tutte le parti del corpo, e fanno avvertito l'individuo dello stato abnorme di queste parti colla sensazione del *dolore*, mentre lo stato normale o *di benessere* consiste nella negazione di qualunque sensazione per via di questi nervi;

3.° *nervi reflettorii* od *eccitomotori*, che sono per lo più gli stessi delle due precedenti categorie, ma che nella loro stimolazione dànno luogo ad un fenomeno riflesso, cioè movimento, secrezione, inibizione di un'altro movimento ec., è sempre per l'intermezzo di un'organo centrale nervoso.

I nervi *commessurali* infine, od *intercentrali*, sono quelli che riuniscono tra essi due organi centrali nervosi; il loro numero è straordinariamente grande, sulla loro significazione esistono soltanto ipotesi, ed abbracciano la maggior parte delle fibre dell'asso cerebro-spinale (*Hermann*).

Condizioni indispensabili perchè il nervo conservi e manifesti la sua eccitabilità — Si possono ridurre a tre, cioè: 1.ª lo stato normale di nutrizione, 2.ª la continuità coll'organo centrale e periferico, e 3.ª l'alternativa di attività e di riposo.

1.ª Lo stato normale di nutrizione; infatti se in un coniglio od in una cavia si allaccia l'aorta addominale, immediatamente l'animale resta paralizzato cogli arti posteriori, essendo mancata la irrorazione sanguigna ai corrispondenti nervi.

Questo risultato però per quanto è spedito, per altrettanto rimane dei dubbii, cioè: 1.° la paralisi non potrebbe dipendere forse da un'anemia istantanea che si stabilisce nell'ultima porzione del midollo spinale (la cui irrorazione pure dipende dall'aorta), anzichè da lesione nutritiva dei cordoni nervosi periferici? — 2.° l'intensa ed istantanea iperemia che si stabilisce sul cervello non potrebbe produrre essa la paralisi degli arti posteriori?

Anche una semplice alterazione chimica del nervo basta a modificarne e spesso ad abolirne la eccitabilità; così tolti da una rana viva i due n. ischiatici cogli arti corrispondenti, entrambi i nervi stimolati dánno una contrazione muscolare, ma se un nervo si prosciuga e l'altro si lascia imbevere di acqua, dopo poco tempo in entrambi è spenta l'eccitabilità, cioè stimolati non dánno più contrazione di sorta; ora se il nervo prosciugato si lascia imbevere dell'acqua perduta, ed all'altro si sottrae col disseccamento l'acqua assorbita, immediatamente si vede ricomparire in entrambi la perduta eccitabilità.

2.ª La continuità coll'organo centrale e periferico; infatti reciso un nervo di un'animale vivo a metà, dopo un certo tempo i due monconi, centrale e periferico, si presentano ineccitabili, il centrale perchè è stato separato dall'organo periferico, ed il periferico perchè diviso dal suo centro nervoso; se però si cerca di mettere a contatto i due monconi perchè si saldino, una volta riuniti ritornano eccitabili.

La recisione del nervo ha per risultato la perdita dell'eccitabilità, ma prima quest'ultima si esalta considerevolmente, così se in un coniglio si pongono a nudo i due nervi ischiatici, ed uno si recide, mentre l'altro rimane integro, dopo circa una mezz'ora od un'ora lo stesso stimolo applicato sui due nervi, produce effetti più cospicui nel nervo reciso, tanto nel moncone periferico (contrazione), che nel centrale (dolore).

Reciso un nervo, l'eccitabilità, dopo l'aumento, va sempre diminuendo, fino a scomparire completamente; questa diminuzione di eccitabilità procede in diverso senso secondo la natura del nervo, così per i nervi *centrifughi* l'eccitabilità va diminuendo dal centro alla periferia, e per i nervi *centripeti* dalla periferia al centro, per modo che dopo un certo tempo dalla recisione un nervo di moto ad es. sarà ancora eccitabile solo alla periferia, e quello di senso soltanto in prossimità del centro.

In generale i due monconi del nervo reciso vanno soggetti, dopo l'esaltamento e la consecutiva perdita dell'eccitabilità, all'*atrofia*; però se quest'ultima è costante nel moncone periferico, può qualche volta mancare nel moncone centrale, quante volte poco sopra del taglio quest'ultimo dia dei rami, per i quali seguitando a passare gli eccitamenti, questi, per i disturbi elettrici che producono incessantemente nei nervi vicini, mantengono attivo il moncone centrale e lo preservano dall'atrofia. All'atrofia del nervo segue l'atrofia dell'organo periferico, così la recisione di un

nervo motore o glandulare porta seco l'atrofia del muscolo o della glandula, rimanendo queste parti in uno stato di permanente e completa inattività. Anche il centro nervoso si atrofizza spesso in seguito alla distruzione del nervo o dell'organo periferico, così se in un'uccello si distrugge un occhio, ad es. il sinistro, e poi dopo mesi ed anni morendo l'animale se ne seziona l'encefalo, si trova atrofia del n. ottico sinistro innanzi al chiasma, atrofia nel n. ottico destro dietro del chiasma (per la decussazione di gran parte delle fibre nervose), ed infine atrofia del lobo ottico destro. Infine la distruzione di un'organo nervoso centrale porta seco l'atrofia dei suoi nervi e dell'organo periferico corrispondente; così distruggendo un'emisfero cerebrale in una rana si ha l'atrofia della clava olfattoria e della mucosa olfattiva nel lato corrispondente.

3.ª L'alternativa di attività e di riposo è necessaria perchè il nervo si conservi eccitabile, anzi l'eccitabilità cresce per il riposo e l'attività moderata, ma non prolungata od eccessiva; invece il riposo assoluto e prolungato del nervo, gli fa perdere la eccitabilità, così ad es. animali vissuti per molto tempo all'oscuro divengono pressochè ciechi, cioè il loro n. ottico diviene ineccitabile, e così pure gli arti mantenuti a lungo in riposo si presentano quasi paralizzati; finalmente un nervo stimolato fortemente ed a lungo, dopo un certo tempo finisce per divenire ineccitabile, cioè per non sentire più la stimolazione. Dalla legge fisiologica, che un nervo condanall'assoluto riposo finisce per perdere la eccitabilità ne viene il precetto terapeutico, cioè che nelle malattie dei centri nervosi (apoplessie), in cui si stabilisce ad es. una paralisi, finchè la malattia centrale non guarisce, il medico è obbligato ad eccitare di continuo ed artificialmente (colla corrente d'induzione) le parti paralizzate, onde tenere attivi i loro nervi.

Un nervo qualunque che ha perduto interamente la eccitabilità, cioè che è incapace di passare per l'azione degli stimoli dallo stato di riposo a quello di attività, dicesi *morto*, ed allora è incapace di dare alcuna manifestazione elettrica al galvanometro, e presenta dippiù la reazione acida.

§ 3.° — *Eccitamento del nervo.*

In questo paragrafo si studieranno: 1.° gli stimoli ed i loro effetti sul nervo, 2° le modificazioni dell'eccitabilità per i diversi stimoli, 3.° le leggi del decorso dell'eccitamento nel nervo, e 4.° la teoria dell'eccitamento.

Stimoli diversi e loro effetti — Il nervo viene eccitato dagli stimoli, i quali si distinguono in *meccanici, termici, chimici* ed *elettrici*.

Stimoli meccanici. Consistono in tagli, lacerazioni, compressioni, pestamenti, punzecchiature ec.; questi stimoli per eccitare il nervo non debbono essere nè troppo lenti, nè troppo rapidi, ma di una conveniente durata, infatti una pressione esercitata su di un nervo può, allorchè essa si

aumenta lentamente, giungere fino al pestamento del tessuto senza produrre alcuna contrazione nel muscolo (*Wundt*); un eccitamento meccanico brusco ed istantaneo su di un nervo di moto può spesso riuscire senza effetto; invece molti eccitamenti meccanici rapidi e successivi producono una contrazione tetanica, ciò che si ottiene col così detto *tetanomotore meccanico*, istrumento che consiste in un piccolo martellino di avorio messo in movimento dall'ancora oscillante di una elettrocalamita, e che batte sul nervo disposto su di un'incudine metallica (*Heidenhain*); si può in tal modo produrre un tetano della durata di circa due minuti primi, dopo i quali la parte del nervo percossa ha perduta tutta la sua eccitabilità per lo stimolo prolungato (*Wundt*), ma poi col riposo ritorna eccitabile. Perchè uno stimolo meccanico possa giungere ad eccitare il nervo, non è necessario che lo alteri nella sua compagine o che lo distrugga, giacchè un nervo soggetto a varii stimoli meccanici lievi si presenta ancora eccitabile negli stessi punti per stimoli di altra natura.

I nervi del tatto sono normalmente nell'animale i più acconci ad essere impressionati dagli stimoli meccanici.

Stimoli termici. Consistono in sbalzi di temperatura che si fanno subire al nervo, essi com'è naturale operano diversamente sugli animali omeotermi e sugli eterotermi; secondo *Eckhard* la stimolazione termica non sta nella differenza di grado fra la temperatura in cui si trovava il nervo e quella in cui si porta, bensì consiste nell'altezza assoluta del grado di calore sopra e sotto 0°, così per i nervi di moto della rana si ha la contrazione soltanto per un riscaldamento fra 56° e 75° C. o per un raffreddamento di circa — 5°. Se la temperatura passa i 70° C. il nervo subisce una forte stimolazione, e muore per la coagulazione delle sue materie albuminoidi; le temperature più elevate stimolano fortemente il nervo, ma poi applicando uno stimolo, questo riesce in generale senza effetto, essendo avvenuta una alterazione profonda nel tessuto. I nervi più adatti ad avvertire gli stimoli termici sono i tattili, pei quali l'individuo può perfino sentire le frazioni di grado; invece per i nervi di moto lo stimolo termico dev'essere molto forte per produrre la contrazione.

Stimoli chimici. Questi stimoli d'ordinario alterano chimicamente il nervo fino a fargli perdere la eccitabilità, però ve ne ha alcuni fra essi che possono eccitare il nervo senza distruggerlo, così la glicerina, gli olii grassi, la soluzione carica di cloruro di sodio ec. applicate sui nervi di moto provocano contrazioni muscolari, le quali dopo alquanto tempo cessano, ma se i nervi si lavano con acqua e si allontanano questi stimoli chimici, immediatamente riacquistano la loro eccitabilità e rispondono bene all'applicazione di qualunque altro stimolo.

Fra gli stimoli chimici bisogna notare in primo luogo il disseccamento sia per corrente di aria secca, sia per sostanze desidratanti, come la polvere di zucchero o di gomma, la glicerina, le polveri di sali metallici ec.;

durante il prosciugamento di un nervo di moto si hanno contrazioni ripetute nel muscolo fino ad un vero tetano; quando queste contrazioni cessano, la eccitabilità è estinta, ma la si ridesta a poco a poco, mediante imbibizione del nervo con acqua. Gli alcali fissi, gli acidi, i sali stittici, l'alcool, l'etere, il creosoto ec. sono dei potenti stimoli per il nervo, il quale dopo la loro azione si presenta ineccitabile, sopratutto per quelli che v'inducono una estesa coagulazione; l'ammoniaca per i nervi di moto non opera quasi da stimolo, invece sui nervi di senso è stimolo potente, l'ac. solforico idratandosi sul nervo eleva considerevolmente la temperatura, ed opera anche come stimolo termico.

Stimoli elettrici — L'elettricità può operare sul nervo in due modi, cioè come *corrente continua*, e come *scarica istantanea* o *ripetuta*.

La *corrente continua costante* quando è chiusa non eccita il nervo, invece l'apertura o la chiusura di questa corrente e le oscillazioni d'intensità della stessa riescono stimoli potenti per il nervo. Questa legge subisce delle modifiche sia per la natura del nervo, sia per l'intensità della corrente; infatti mentre la corrente continua nel suo passaggio è senza effetto sui nervi di moto, riesce stimolo sui nervi di senso, quantunque ad un grado minore che nella chiusura ed apertura del circuito; così appendendo una rana galvanoscopica al circuito di una pila, si hanno contrazioni soltanto alla chiusura od all'apertura del circuito, ed alle oscillazioni d'intensità della corrente ad es. derivando dal circuito una porzione di elettricità mediante un conduttore metallico; invece applicando la corrente continua ad es. all'occhio, l'individuo avverte impressioni luminose anche durante il passaggio della corrente, quantunque le più forti si avverino soltanto all'aprire e chiudere il circuito. Quindi, tenendo conto della natura del nervo si può conchiudere che, mentre il nervo di moto viene eccitato soltanto dalle variazioni della corrente, il nervo di senso è eccitato ancora durante il passaggio della stessa (*Du Bois Reymond*). Riguardo poi all'intensità della corrente si hanno le seguenti modifiche alla legge generale, cioè: 1.ª una corrente *di media intensità* applicata su di un nervo di moto, oltre alla contrazione nella chiusura ed apertura del circuito, provoca una serie di contrazioni fino al tetano durante il suo passaggio, ciò che non fanno le correnti forte e debole (*Pflüger*), 2.ª la contrazione nell'*apertura* e *chiusura* del circuito elettrico sul nervo spesso manca, essendo essa in relazione colla intensità e colla direzione della corrente applicata sul nervo.

La corrente elettrica continua applicata sul nervo può essere di *debole*, di *media* e di *forte* intensità, e vi può essere applicata sia in senso *ascendente*, quando l'anode + trovasi verso il muscolo ed il catode — verso il centro nervoso, sia in senso *discendente*, quando serba la disposizione inversa; ora se la contrazione non manca mai nell'apertura e chiusura della corrente *media*, qualunque sia la sua direzione, essa non ha luogo nell'apertura della corrente *debole*, tanto ascendente che discendente, e manca del pari nella

chiusura della corrente *forte ascendente*, e nell' apertura della corrente *forte discendente*, come si rileva dal seguente quadro, che esprime la così detta *legge delle contrazioni* secondo Pflüger (1):

(La spiega della *legge di contrazione* verrà data nello stesso paragrafo, quando cioè si farà parola delle modifiche dell' eccitabilità per lo stimolo elettrico).

	ASCENDENTE	DISCENDENTE
Corrente *debole*	Chiusura, *contrazione* Apertura, *riposo*	Chiusura, *contrazione* (*riposo*) Apertura, *riposo* (*contrazione*)
Corrente *media*	Chiusura, *contrazione* Apertura, *contrazione*	Chiusura, *contrazione* Apertura, *contrazione*
Corrente *forte*	Chiusura, *riposo* Apertura, *contrazione*	Chiusura, *contrazione* Apertura, *riposo* (*debole contrazione*)

Per studiare la *legge* delle contrazioni bisogna adoperare un' apparecchio, che permette di variare a piacere l' *intensità* della corrente continua e di cambiare la sua *direzione* nel nervo, quest'apparecchio descritto da *Wundt* è il seguente (*f. 186. Tav. VIII*). Una pila a corrente continua *P* (di Bunsen, di Growe, di Daniell) vien messa in relazione col reocordo o reostato *R* mediante i due fili *a b;* il filo *b* è interrotto nella sua lunghezza per una capsuletta piena di mercurio *I*. Il *reocordo*, che serve a variare a piacere l' *intensità* o la forza della corrente, si compone (nel modello più semplice) di due fili di platino *c d* tesi per lungo, i quali attraversano un tubo trasversale pieno di mercurio *m*, che si può far scorrere nei fili fra i loro estremi a piacere (2). In *l* si trovano due pinzette metalliche, che mettono i due fili di platino in comunicazione con i due fili della pila *a b*, e con i due fili *e f*, i quali ultimi sono in comunicazione col commutatore *C;* questo commutatore, come si trova nella figura, poggiante cioè sulle due pinzette *i s*, stabilisce la comunicazione fra il filo *f* e l' elettrode *g*, e fra il filo *e* e l' elettrode *h*, invece curvandosi sulle due pinzette *o v*, stabilisce la comunicazione fra il filo *f* e l' elettrode *h*, e fra il filo *e* e l' elettrode *g;* nel 1.° caso

(1) I risultati messi in parentesi sono anomali, laddovechè gli altri sono normali.

(2) Il Reocordo di *Du Bois-Reymond* è più complicato, e consiste nel disporre lateralmente ai due fili di platino in una cassetta molti sottili fili di argento, decorrenti longitudinalmente nella cassetta, e pei quali si può o non si può far passare la corrente, potendo questa in tal modo variare d'intensità a piacere, giacchè per legge l' intensità della corrente va sempre aumentando a seconda diminuiscono le resistenze nel circuito, e viceversa; quindi con una stessa pila si possono ottenere correnti di diversa intensità.

la corrente nel nervo è *ascendente* e va da x a y, e nel 2.° è *discendente* e va da y a x. L'*intensità* della corrente è tanto più forte per quanto più il tubo di mercurio m trovasi più lontano da l; il reocordo essendo un circuito accessorio, aggiunto al circuito che comprende il nervo (cioè $a\ e\ g\ h\ f\ b$), è evidente che in quest' ultimo circuito l' intensità della corrente è tanto più forte per quanto essa è più debole nel circuito accessorio del reocordo, nel quale la forza della corrente diminuisce col diminuire la lunghezza dei fili (avvicinando il tubo m a l); in l la corrente della pila si divide, meno ne passerà per $c\ d$, più ne passerà per $e\ f$, e viceversa (*legge di Ohm sull' intensità delle correnti*).

L' esperienza s' istituisce nel modo seguente: si apre la corrente in I, e si accosta quanto più si può il tubo m a l; si chiude poi la corrente in I, e subito la si apre di bel nuovo; si ricomincia, ma cambiando la direzione della corrente nel nervo mediante il commutatore C; si allontana a poco a poco il tubo m, per diminuire sempre più l' intensità della corrente, e si chiude e si apre il circuito, cambiando sempre la direzione della corrente nel nervo. I due fili $h\ g$ debbono essere messi in contatto col nervo, non direttamente, ma mediante due *elettrodi impolarizzabili*, che consistono in due laminette di zinco amalgamato, immersa ciascuna in un tubo di vetro pieno di soluzione di solfato di zinco; questi tubi hanno gli estremi affilati e ricoperti ciascuno di un piccolo masso puntuto di argilla, imbevuto di soluzione allungata di cloruro di sodio, col quale si tocca il nervo.

La *scarica elettrica istantanea* si può fare arrivare sul nervo per un passaggio rapidissimo sia di una corrente continua, sia di una corrente d' induzione; in generale questo stimolo è brevissimo, unico, e termina prima ancora che l' eccitazione prodotta sia finita. In tal caso la contrazione del muscolo od il grado di eccitamento è in ragione diretta: 1.° dell' intensità della corrente, o meglio in ragione diretta del grado o dell'altezza di oscillazione della stessa, ma questo non prima di un limite minimo, sotto del quale la scarica è tanto poco intensa che il nervo non vien stimolato, e fino ad un certo limite massimo, oltre il quale poi il grado di oscillazione crescendo sempre, l' eccitamento pel nervo rimane costante, o pure incomincia a diminuire (ciò che si avvera quando, come vedremo, il muscolo ha raggiunto il massimo di contrazione); e 2.° è in ragione diretta della durata della scarica (supposta sempre brevissima), però avuto riguardo del pari a un limite minimo, sotto del quale la corrente è tanto breve che non riesce stimolo, e a un limite massimo (0,002 di 1″) che dà luogo al massimo di contrazione nel muscolo.

La *scarica elettrica ripetuta*, od *a successioni rapide*, produce eccitamenti ripetuti nel nervo e quindi contrazioni successive nel muscolo, le quali quando le scariche sono molto rapide non si possono più distinguere l'una dall' altra, ed il muscolo rimane tetanizzato, in proporzione sempre della forza della corrente.

Digitized by Google

Per ottenere questa stimolazione elettrica istantanea e ripetuta si può fare uso della corrente della pila interrotta mediante uno dei comuni *interruttori*, ovvero di una corrente per sè stessa interrotta, qual'è la *corrente d'induzione*, che può essere fornita tanto da un'apparecchio d'*induzione magnetica*, che da un'apparecchio d'*induzione elettrica*.

Un'*apparecchio d'induzione magnetica* consiste (come quello di *Clarke*) in una potente calamita piegata a ferro da cavallo, innanzi ai cui poli trovansi due cilindri di ferro dolce, avvolti ciascuno da un rocchello di filo metallico isolato, e congiunti nei loro capi lontani dalla calamita mercè una lista di ferro dolce; questi due cilindri sono mobili intorno ad un'asse parallelo ai loro due due assi e disposto in mezzo ad essi; quando uno di questi cilindri di ferro dolce si avvicina colla rotazione ad un polo della calamita, si sviluppa nel filo del suo rocchello una corrente d'induzione inversa alla corrente magnetica, e quando se ne allontana si genera nel filo una corrente d'induzione diretta nello stesso verso della corrente magnetica, la quale va unita ad una extracorrente di apertura assai intensa; i fili dei due rocchelli si riuniscono pei loro capi, lontani e vicini alla calamita, ad un commutatore, il quale rende di una sola direzione le correnti alternativamente contrarie che si sviluppano nei due rocchelli allorchè si avvicinano o si allontanano ai poli della calamita; d'ordinario in queste macchine per ottenere gli effetti fisiologici si utilizza l'extracorrente, la quale riesce più intensa della stessa corrente d'induzione.

Un'*apparecchio d'induzione elettrica* poi si compone della pila, i cui due fili terminano in un rocchello *inducente* a filo grosso e corto; attorno a questo rocchello trovasi il rocchello *indotto* a filo sottile e lungo, i cui due estremi sono liberi e terminano negli eccitatori; per avere in quest'ultimo rocchello le correnti indotte bisogna interrompere il circuito inducente, ciò che si ottiene con un'interruttore speciale, detto *trembleur di Neef*.

Nella *f. 187, T. VIII.* si nota la disposizione schematica di uno dei comuni apparecchi voltafaradici od elettro-magnetici, che si adoperano sia in Fisiologia che in Elettroterapia; *P* è una pila alla Bunsen, la quale coi suoi due poli *a c* comunica coi due estremi di un filo corto e grosso avvolto ad elica sul rocchello *R*, che è la prima elica o l'elica *inducente*; *R'* è la seconda elica od elica *indotta*, costituita da un filo sottile e lungo, avvolto su di un rocchello più largo, che comprende il primo, i due capi di questo filo terminano in *s s'*; per avere la interruzione del circuito primitivo, affine di destare una corrente d'induzione nel circuito secondario, vi è l'interruttore, che consiste in una sbarra di ferro dolce *o o*, questa al passaggio della corrente nel circuito primitivo diviene calamita temporaria ed, oltre a rinforzare di molto il circuito primitivo, attira la piccola ancora di ferro dolce *r*, la quale essendo fissata ad una molla *x*, dà luogo ad un distacco fra la molla *x* e la vite *v*, per questo distacco la corrente fra la pila ed il circuito primitivo è interrotta; è in questo

momento che si desta nel rocchello *indotto* una corrente d'induzione *di apertura*, che va nello stesso verso della corrente primitiva e che dura un'istante, corrente che si avverte come scossa da chi tiene nelle mani i due estremi *e e'* del filo indotto; una volta prodotta l'interruzione pel distacco della molletta dell'ancora dalla vite, non passa più corrente nel rocchello *R*, la sbarra di ferro dolce si scalamita e l'ancora viene respinta; ma in tal caso la molletta dell'ancora, toccando di nuovo la vite e ricomponendo il circuito primitivo, genera così nel filo indotto una corrente d'induzione *di chiusura*, che va in senso inverso della corrente primitiva e che del pari viene avvertita dall'individuo che chiude il circuito in *e e'*; per la ricomposizione del circuito primitivo la sbarra di ferro dolce ridiviene calamita ed attira di nuovo l'ancora, e così di seguito; quindi l'interruttore o *trembleur* di Neef serve ad aprire e chiudere successivamente e rapidamente il circuito primitivo, generando così nel rocchello indotto alternativamente delle correnti d'induzione. Oltre alla corrente indotta nel rocchello secondario, vi ha una corrente indotta nel rocchello primario, cioè una corrente d'induzione che si genera fra gli stessi giri contigui dell'elica primaria semprechè si apre o si chiude il circuito della pila; quest'altra corrente d'induzione dicesi *extracorrente*, la quale, come quella d'induzione nella seconda elica, è molto più forte nella interruzione che nella ricomposizione del circuito, giacchè nel 1.° caso va nello stesso verso della corrente primitiva, e nel 2.° in verso contrario; per raccogliere l'extracorrente bisogna unire gli eccitatori ai due fili di derivazione *i i'* (nella figura la disposizione delle frecce indica l'andamento, sia della corrente indotta che dell'estra corrente, nel momento di distacco dell'ancora, attraverso due circuiti punteggiati, che sono i tessuti animali, l'uno disposto per raccogliere la corrente indotta *m* e l'altro l'extracorrente *n*). Finalmente in queste macchine d'induzione elettrica spesso trovasi una disposizione nei fili, per la quale si può raccogliere la *corrente mista*, riunendo cioè la corrente d'induzione e l'extracorrente; ciò si ottiene ponendo un filo metallico che congiunga un'estremo del filo indotto con un'estremo del filo inducente, in modo che a un dato momento, di apertura o di chiusura, la corrente passi per entrambi nello stesso verso; l'altro estremo poi del filo indotto e l'altro estremo del filo inducente servono ad eccitare; in tal caso la corrente, sopratutto di apertura, riesce intensissima essendosi riunite la corrente indotta e l'extracorrente, entrambe nello stesso verso (1).

Cosa è l'*induzione unipolare?*

Si sa che nelle macchine d'induzione non si può avere corrente d'induzione se non sia chiuso il circuito indotto; ora se si ha una potente mac-

(1) Altri piccoli dettagli ed avvertenze concernenti questi apparecchi ed il loro uso si possono imparare nei *Trattati di Elettroterapia*, ovvero nella *Fisica Medica di Wundt*.

china, come il rocchello di Ruhmkorff, e si lascia libero un capo del filo indotto, avviene che ad ogni variazione d'intensità della corrente inducente si scompone il fluido elettrico nel filo indotto, accumulandosi il fluido positivo ad un'estremo ed il negativo all'altro estremo di quest'ultimo; se in tal caso ad nn estremo del filo indotto si accosta un corpo conduttore in comunicazione col suolo, si avrà una scarica come per la boccia di Leida, col fenomeno della scintilla. Se dunque si appende a un estremo del filo indotto (aperto) una rana pei suoi nervi, questa si contrae ogni qual volta l'esperimentatore tocca col suo dito l'estremo delle zampe, ricomponendosi in tal caso l'elettricità attraverso il suolo.

Modificazioni dell'eccitabilità del nervo per i diversi stimoli — Gli stimoli *meccanici* piccoli e ripetuti rapidamente finiscono per estinguere l'eccitabilità del nervo, facendolo cadere in uno stato eccessivo di stanchezza; i maltrattamenti meccanici intensi spengono d'un colpo la eccitabilità e distruggono in pari tempo la compagine del nervo; invece se lo stimolo meccanico è moderato e si fa ad intervalli alquanto lunghi, si può constatare nel punto stimolato un lieve aumento di eccitabilità.

Riguardo agli stimoli *termici*, si ha che l'abbassamento della temperatura diminuisce l'eccitabilità, nel nervo raffreddato diminuisce pure la velocità di propagazione dell'eccitamento; l'elevazione della temperatura fino a circa 40° aumenta dapprima e poi diminuisce la eccitabilità, la diminuzione è tanto più forte e rapida per quanto la temperatura è più elevata; a 65° l'eccitabilità è, per così dire, istantaneamente annientata (*Wundt*).

Per gli stimoli *chimici*, quelli che alterano potentemente il nervo, ne estinguono del pari la eccitabilità, come gli alcali, gli acidi, le soluzioni saline concentrate ec.; invece gli stimoli chimici molto deboli, che operano come leggieri desidratanti, producono spesso un lieve aumento dell'eccitabilità, come una soluzione attenuata di cloruro di sodio. Finalmente la sottrazione di acqua dal nervo, se come ultimo risultato produce la perdita dell'eccitabilità, al principio esalta invece l'eccitabilità, onde un nervo ischiatico, ad es., messo a nudo e disseccato appena, si presenta più eccitabile, e dà sotto lo stimolo dolori e contrazioni più violenti che l'altro nervo omonimo appena isolato (*Harless, Albini*).

Agli stimoli chimici si possono rannodare certi veleni che operano direttamente sulla eccitabilità del nervo, alcuni esaltandola ed altri diminuendola od annientandola; così la *stricnina* e la *veratrina* esaltano considerevolmente l'eccitabilità del nervo, mentre ne diminuiscono il potere elettromotore, invece il *curare* e la *conicina* (cicutina) scemano ed annullano per fino lo eccitabilità del nervo, aumentando spesso il potere elettromotore.

Gli stimoli *elettrici* modificano potentemente l'eccitabilità del nervo. La corrente costante attraversando un cordone nervoso modifica la eccitabilità sia nel tratto interpolare, che nei due tratti extrapolari; l'eccitabilità au-

menta in vicinanza dell'elettrode negativo (*tratto catelettro-tonico*), e diminuisce nel tratto influenzato dall'elettrode positivo (*tratto anelettro-tonico*). Nel tratto fra i due elettrodi si trova un punto in cui il catelettro-tono diviene anelettro-tono, ed in cui l'eccitabilità non varia punto. La situazione di questo punto *varia secondo la forza* della corrente continua, ed è tanto più accostato all'elettrode negativo, quanto più intensa è la corrente. Nei due tratti extrapolari le modifiche della eccitabilità diminuiscono a misura che si va più lontano dagli elettrodi, e finiscono poi per scomparire; più la corrente continua è forte, più questi tratti si estendono, ma essi non hanno la stessa lunghezza dai due lati, giacchè per le correnti molto forti il tratto extrapolare anelettro tonico si estende molto più che il tratto extrapolare catelettro tonico, e per le correnti deboli si avvera il contrario (*Wundt*). Quindi andando dalle correnti deboli alle medie si ha sempre aumento del tratto catelettro-tonico intra ed extrapolare (tratto di accresciuta eccitabilità), e diminuzione del tratto anelettro-tonico (tratto di scemata eccitabilità); invece andando dalle correnti medie alle forti si ha all'opposto aumento del tratto anelettro-tonico e diminuzione del tratto catelettro-tonico.

Ciò posto, *Pflüger* dà spiega alla sua *legge delle contrazioni* (p. 198) nel seguente modo. Secondo lui la causa vera dell'eccitamento del nervo per la corrente non è la corrente per sè o le sue oscillazioni, bensì la *comparsa nel nervo di un' esteso tratto catelettro-tonico*, ovvero la *scomparsa nello stesso di un' esteso tratto anelettro-tonico*; il primo rappresentando un' eccitamento *positivo*, ed il secondo un' eccitamento *negativo*; il primo esaltando considerevolmente l'eccitabilità del nervo, questo viene fortemente eccitato dai disturbi molecolari elettrolitici prodotti dalla corrente, e per ciò si ha *contrazione* semprechè colla chiusura comparisce il catelettro-tono esteso; ed il secondo scemando molto la eccitabilità del nervo, fa sì che alla sua scomparsa il nervo viene stimolato dal ritorno allo stato molecolare primitivo, e perciò si ha *contrazione* all'apertura del circuito.

Allorchè la corrente è *debole* ed è *ascendente* si ha contrazione nella chiusura, perchè il tratto catelettro-tonico è molto esteso e comparisce lontano dal muscolo, cioè là dove il nervo di moto è più eccitabile; invece all'apertura si ha riposo scomparendo un piccolo tratto anelettro-tonico troppo in vicinanza del muscolo. Se questa corrente poi è *discendente* si ha contrazione alla chiusura per la comparsa di un'esteso tratto catelettro-tonico, e riposo all'apertura per la scomparsa di un piccolo tratto anelettro-tonico.

Se la corrente è di *media* intensità, in tal caso; o è *ascendente* o è *discendente*, si ha sempre contrazione, giacchè chiudendo la corrente *ascendente* comparisce un' esteso tratto catelettro-tonico, ed aprendolo scomparisce un piccolo tratto analettro-tonico, il quale stando il nervo in uno stato di cresciuta eccitabilità riesce facilmente stimolo per il muscolo. Per la corrente *discendente* si ha contrazione alla chiusura per la comparsa di un esteso tratto catelettro-tonico, ed all'apertura si ha del pari contrazione per

la scomparsa di un piccolo tratto anelettro-tonico, che per il tratto catelettro-tonico di cresciuta eccitabilità si propaga facilmente al muscolo.

In ultimo se la corrente è *forte* ed è *ascendente* si ha riposo alla chiusura, comparendo un piccolo tratto catelettro-tonico, e contrazione all'apertura, scomparendo un'esteso tratto anelettro-tonico; se poi è *discendente* si ha contrazione alla chiusura per la comparsa del catelettro-tono vicino al muscolo, e lo stimolo vi si propaga senza ostacolo, e si ha riposo o debole contrazione all'apertura per la scomparsa di un'esteso tratto anelettro-tonico lontano dal muscolo.

La dottrina del *Pflüger*, che cioè l'eccitamento per la corrente costante, una volta parte dal tratto del nervo soggetto al catode, ed un'altra dal tratto del nervo soggetto all'anode, ha ricevuto molte pruove sperimentali, e perciò oggi da tutti è ritenuta.

Stante il fatto che per la corrente di media intensità aumenta considerevolmente la eccitabilità del nervo, si spiega perchè colla sola corrente media si può avere un tetano durante il passaggio della stessa, giacchè in tal caso anche i piccoli disturbi molecolari, prodotti dalla corrente, vengono avvertiti dal nervo come stimoli, essendo la sua eccitabilità di molto esaltata.

Finalmente la eccitabilità del nervo di moto viene diminuita dalla corrente costante *diretta*, *discendente* o *centrifuga*, e viene aumentata dalle corrente *inversa*, *ascendente* o *centripeta*. Infatti preparando una rana alla Galvani, cioè colle due cosce appese ai due nervi ischiatici, e questi ricongiunti nell'ultima porzione della colonna vertebrale, ed immergendone le due zampe in due vaschettine con soluzione di cloruro di sodio, se in queste vaschettine si fanno arrivare i due elettrodi di una coppia alla Bunsen, è naturale che i nervi di un'arto saranno percorsi dalla corrente ascendente, cioè dalla periferia al centro, ed i nervi dell'altro arto dalla corrente discendente, cioè dal centro alla periferia; dopo un certo tempo i primi nervi presenteranno aumento di eccitabilità ed i secondi diminuzione od anche perdita di eccitabilità; per ripristinare ora la eccitabilità in questi ultimi e per farla scemare nei primi, non vi vuole che invertire la disposizione degli elettrodi nelle vaschettine.

Leggi della trasmissione dell'eccitamento nel nervo — Il nervo sotto l'influenza degli stimoli passa allo stato attivo; quest'attività non si desta d'un colpo in tutto il nervo, ma si propaga dal punto eccitato fino alle estremità del nervo, cioè fino al centro o fino alla periferia; questa proprietà del nervo di comunicare lo stato attivo da un punto qualsiasi ai più prossimi e fino agli organi terminali, si chiama *conducibilità* o *potere conducibile Hermann*). Le leggi che riguardano questa conducibilità sono: 1.° l'eccitamento del nervo decorre isolato, 2.° in una data direzione, e 3.° con una determinata velocità.

1.° Qualunque eccitamento o stimolo viene fatto sul nervo, esso decorre *isolato*, sia verso la periferia per i nervi centrifughi, che verso il centro per i centripeti; lo stimolo elettrico fa una eccezione apparente, non perchè i mezzi d'isolamento del cilindrasse (guaina primitiva e midollare) non riuscissero ad isolarlo, ma perchè si stabilisce nei tubulini circostanti l'elettrotono indotto, che riesce stimolo potente, e quindi provoca indirettamente qualche contrazione (*contrazione paradossa*). Se però lo stimolo decorre isolato nei cordoni nervosi, non avviene lo stesso nei centri, giacchè ivi per l'intermezzo delle cellule nervose lo stimolo può passare non solo da una cellula all'altra, ma ancora da un tubulino all'altro, e così si spiegano i fenomeni *riflessi*, i fenomeni *associati*, ed i fenomeni d'*irradiazione nervosa*.

2.° L'eccitamento percorre il nervo in una *data direzione*, la quale può essere *centripeta* o *centrifuga* a seconda la natura del nervo; così se si tratta di nervi centripeti l'eccitamento li percorre dalla periferia al centro, invece se si tratta di nervi centrifughi l'eccitamento va dal centro alla periferia, per modo che i primi eccitati daranno l'effetto nel centro, ed i secondi alla periferia. Come si vede, questa legge sulla direzione dell'eccitamento è stabilita sugli effetti che si hanno nell'animale, ma si domanda un nervo qualunque può funzionare da un conduttore qualunque, tanto centripetamente che centrifugamente? — A ciò si è cercato di rispondere col seguente esperimento; si isolino sotto la lingua due nervi, uno esclusivamente centripeto o di senso, il *linguale* del trigemino, ed un'altro esclusivamsnte di moto, l'*ipoglosso*, si recidano entrambi a metà, e poscia si congiunga il moncone periferico dell'ipoglosso col centrale del linguale, per vedere se dopo un certo tempo, saldatisi i due monconi, la lingua si muova sotto la irritazione del moncone centrale del linguale. Questo esperimento di *Philippeaux* e *Vulpian* è stato più volte eseguito in piccoli cagnolini, nei quali poi dopo un certo tempo si è visto che la irritazione del moncone centrale del linguale apportava contrazioni nella lingua; quindi, si è conchiuso, il linguale può condurre lo stimolo centrifugamente. Molti Fisiologi però a ragione dubitano di questi risultati, o meglio l'interpretano diversamente, giacchè: 1.° l'eccitamento del linguale, come nervo di senso, può dare un movimento *riflesso* e non *diretto* in tutta la lingua; e 2.° reciso l'ipoglosso di un solo lato i muscoli corrispondenti si atrofizzano, perchè messi fuori funzione, mentre quelli del lato opposto si sviluppano compensativamente ed invadono la metà atrofizzata (1), per modo che anche in questa si

(1) Mi ricordo aver visto nell'Ospedale degl'Incurabili un uomo (sotto la cura del Prof. Capozzi), in cui per lesione cerebrale trovavasi paralizzato da gran tempo l'ipoglosso destro; la lingua era eccessivamente deformata, la linea mediana distava poco più di un centimetro dal bordo destro, la metà destra era sottile come una lamina membranacea ed era ondulata o pighettata, e la metà sinistra di molto sviluppata.

possono avere contrazioni, però esse appartengono ai muscoli della metà sana.

Un'altro argomento per dire che l'eccitamento può percorrere il nervo in ogni direzione si è quello di mettere un nervo in posizione attiva sul galvanometro, stimolarlo ed ottenere la diminuzione di deviazione dell'ago; ora se questo nervo si capovolge sui cuscinetti si ottiene del pari una diminuzione di deviazione, e ciò qualunque sia il nervo, di senso o di moto; quindi la variazione negativa della corrente e per essa lo stato attivo del nervo si propaga per uno stesso nervo tanto centripetamente che centrifugamente (*Du Bois-Reymond*).

Da ciò sembra potersi conchiudere che: lo stato attivo prodottosi mercè uno stimolo nel punto irritato si propaga nel senso dei due lati, o se l'irritazione parte da uno dei due estremi periferici soltanto in un senso; ad ogni modo dal punto irritato si mettono successivamente in azione tutte le parti del nervo (*Hermann*).

3.° L'eccitamento percorre il nervo con una *velocità costante* per un dato animale, così pei nervi motori della rana percorre 26 a 27 metri al 1" (*Helmholtz*), e per i nervi dell'uomo circa 60 metri al 1" (*Helmholtz*); negli animali eterotermi adunque la velocità dell'eccitamento è minore che negli omeotermi, e ciò coincide col fatto che la velocità dell'eccitamento per uno stesso nervo aumenta col caldo moderato e diminuisce col freddo; secondo *Bezold* diminuisce pure nel tratto del nervo elettrotonizzato, ed a misura che si va più lontano dai centri nervosi.

Per calcolare il tempo brevissimo che mette l'eccitamento a percorrere un nervo di moto si adopera l'apparecchio ideato da *Helmholtz* (*f.188.T.VIII*), che consiste in un muscolo vivo *a* col suo nervo *s*, il muscolo è fissato ad un'uncino pel capo superiore, e l'estremo inferiore regge un piccolo peso metallico *p*; da questo peso parte un filo conduttore *c*, il quale dopo aver girato per un rocchello di galvanometro *x*, torna per *i* al polo positivo di una pila alla Bunsen *o*, il cui polo negativo mediante il conduttore *v* comunica con un capo della spranga metallica *m*; in *y* trovasi un'altra pila, dal cui polo positivo parte un filo *e*, che, dopo aver girato nel rocchello inducente *r r*, torna per *u* all'altro capo della spranga metallica *m*, da cui per il contatto metallico *l* raggiunge il polo negativo della pila; finalmente fra *p* e *v* trovasi un conduttore, col quale si può ricomporre a piacere il circuito galvanometrico. Ciò posto calcando il bottone *z* sulla spranga *m* si chiude il circuito della pila *o*, e per ciò l'ago devia; ma contemporaneamente, la spranga *m* essendo fatta a leva, si rompe il contatto *l*, cioè si apre il circuito inducente nel rocchello *r r*, ed ecco che una corrente d'induzione di apertura si genera nel rocchello indotto *n n*, i cui fili se sono applicati sul nervo *s*, lo ecciteranno fortemente, ed il muscolo *a* contraendosi romperà il contatto *p*, producendo l'arresto nella deviazione dell'ago; ora dal grado di deviazione dell'ago galvanometrico si deduce il tempo scorso fra

l'arrivo della scarica d'induzione sul nervo e la contrazione del muscolo, cioè il tempo necessario perchè l'eccitamento percorra il cordone nervoso. Questo tempo è maggiore quando lo stimolo giunge in *k*, che quando giunge in *t*.

Per i nervi sensitivi dell'uomo si adopera un'altro metodo, che consiste ora nell'applicare lo stimolo p. e. sulle dita della mano, ed ora sulla spalla, la differenza di tempo che intercede fra l'applicazione dello stimolo e la sensazione rivelata con un segnale dall'individuo esprime appunto il tempo necessario perchè l'eccitamento percorra tutta la lunghezza dei nervi dell'arto toracico. Data eguale la lunghezza dei nervi da impressionare, dati eguali gli stimoli, si trova sempre una differenza nel tempo per i singoli individui, val dire che, fatta la impressione, chi risponde prima e chi dopo; ciò anzichè tenere a differenza di velocità dell'eccitamento per i nervi dei singoli individui, si deve più ragionevolmente attribuire alla diversa rapidità del processo psichico, che intercede fra il *sentire* l'impressione e l'*ordinare* ai muscoli di fare il segnale. Questo *errore individuale*, che si determina con diversi apparecchi, e che tiene alla sveltezza, prevenzione ec., è necessario a conoscersi in coloro che debbono fare osservazioni precise riguardo al tempo, e massime osservazioni astronomiche, giacchè il passaggio di un'astro pel meridiano dura un'istante, eppure tutti gli osservatori segnano chi più e chi meno dopo.

Teoria dell'eccitamento nel nervo — Eccitato il nervo in un punto, l'effetto si *propaga* per tutto il cordone nervoso, dall'estremo centrale all'estremo periferico, determinando un'effetto speciale in uno di questi estremi a seconda la natura del nervo, effetto però che riesce tanto più intenso per quanto più lontano ha operato lo stimolo dal punto in cui esso deve compiersi, così su di un nervo di moto la contrazione sarà tanto più energica per quanto più lontano dal muscolo ha operato lo stimolo. Ciò posto, in che consiste la propagazione dell'eccitamento nel nervo? — Il fenomeno dell'eccitamento nel nervo bisogna considerarlo come un *movimento molecolare* prodotto dallo stimolo, e che con una velocità calcolabile si trasmette nel nervo dal punto eccitato; questo movimento però non bisogna supporlo simile alla propagazione di un'*onda*, giacchè in tal caso avrebbe una intensità che diminuirebbe colla distanza, invece, stante che un cotale movimento nel nervo aumenta d'intensità colla distanza, bisogna supporlo prodotto dallo sviluppo di forza attiva in ciascuna molecola, forza *attiva* che sorge da forza *latente* o di tensione, e che *eccita* sempre altra forza attiva nelle molecole vicine, per cui il processo va a poco a poco aumentando d'intensità fino a che non produce l'effetto (*Pflüger*, *Wundt*, *Hermann*); in un tratto nervoso *catelettro tonizzato* aumenterebbe lo stato di tensione molecolare, invece in un tratto nervoso *anelettro-tonizzato* aumenterebbe la resistenza molecolare, cioè la resistenza alla metamorfosi della forza latente

in forza attiva; quindi ne viene che nel primo tratto l'eccitabilità è *aumentata* ed ogni piccolo stimolo provoca un grande effetto, invece nel secondo è diminuita e per avere un piccolo effetto bisogna che lo stimolo sia energico.

§ 4.° — *Tessuto muscolare — Istologia e Chimica.*

Il *tessuto muscolare*, cioè quello che forma la parte essenziale degli organi attivi del movimento, si compone di fibre, le quali nel corpo umano possono assumere due forme, cioè *fibre striate* e *fibre lisce*, le prime sono dette pure *volontarie* o *della vita animale*, e le seconde *involontarie* o *della vita vegetativa* (1); le fibre striate costituiscono i muscoli o le carni attaccate allo scheletro, e le fibre lisce costituiscono i muscoli o le lamine carnose dei visceri.

Le *fibre striate*, appena tolte da un'animale vivo, si presentano al microscopio come sottili filamenti allungati, cilindrici, non ramificati, i quali nell'uomo presentano il diametro di $0^{mm},012$ a $0^{mm},018$ od anche di più (*Frey*). Queste fibre sono di un colore giallastro roseo, sono lunghe quanto il muscolo, se questo è corto, invece nei muscoli lunghi si trovano più fibre allineate successivamente (secondo *Krause* la lunghezza delle fibre striate nell'uomo sarebbe di circa 4 centim.), terminando puntute quelle in mezzo al muscolo e clavate o grosse quelle in prossimità dei tendini; queste fibre si presentano con sottili strisce trasversali, come la pelle della sanguisuga (*f. 98. T. IV*), e mediante forte ingrandimento, o pure con particolare preparazione presentano anche leggiere striature longitudinali. Ogni fibra consta di una guaina sottilissima ed elastica di connettivo, detta *sarcolemma*, sulla faccia interna della quale si possono vedere facilmente dei nuclei oblunghi mercè l'aggiunta dell'ac. acetico. Trattando una fibra striata con bicromato di potassa, con ac. cromico, con bicloruro di mercurio, od anche con alcool concentrato, e spezzandola a metà, si possono vedere fuoriuscire dal sarcolemma tanti bastoncelli moniliformi (*f. 101*), simili ad un pennello, i quali da *Kölliker* furono detti *fibrille primitive*, e per ciò la fibra striata in totalità fu detta *fascetto primitivo;* invece trattando una fibra striata coll'ac. cloroidrico allungato, col succo gastrico, col carbonato di potassa, o col cloruro di calcio, il contenuto della stessa si può vedere facilmente ridotto in tanti dischi sovrapposti (*f. 100*), detti *dischi* del *Bowmann*. La ragione, per cui una volta si veggono le fibrille primitive, ed un'altra volta i dischi, è stata data dai recenti Istologi, i quali ammettono nella fibra striata tanti piccoli pezzettini prismatici birefrangenti, detti *prismi musco-*

(1) Le fibre striate possono costituire muscoli del tutto involontarii, come nel cuore e nella parte superiore dell'esofago; e le fibre lisce possono costituire muscoli in parte volontarii, come lo sfintere dell'iride.

lari (*sarcous elements* degl' Inglesi), riuniti sia nelle loro facce laterali che per le loro basi da due sostanze cementanti monorefrangenti di diversa natura (*f. 102*); ora mentre alcuni reattivi coagulano solo il cemento fra le basi e fanno comparire le fibrille primitive, altri reattivi coagulano solo il cemento tra le facce laterali, e lasciano vedere i dischi. Inoltre ciascun piccolo prisma, che si fa corto e largo nella contrazione, risulta di tanti piccoli granellini, detti *disdiaclasti* (*Brücke*).

Le fibre muscolari striate si trovano in tutt' i muscoli del tronco, degli arti e dell' orecchio, in tutt' i muscoli esteriori dell'occhio; si trovano pure in molti visceri, come nella lingua, nella faringe e nella laringe, negli organi genitali, nello sfintere anale, infine nel diaframma e nel cuore (*Frey*).

Le *fibre lisce*, o fibro-cellule contrattili, si presentano al microscopio corte (*f. 105*), alcune più ed altre meno, fusiformi, con estremi puntuti, con un nucleo bacilliforme e con un contenuto omogeneo, incoloro e leggermente giallastro, in cui i piccoli granellini (*disdiaclasti*), in luogo di costituire prismi, si trovano sparsi. La lunghezza media delle fibre lisce oscilla fra $0^{mm},045$ a $0^{mm},049$, ma può scendere fino a $0^{mm},025$ nelle più corte, e può elevarsi fino a $0^{mm},225$ e più nelle più lunghe; la loro larghezza varia fra $0^{mm},006$ e $0^{mm},013$ (*Frey*). Le fibre muscolari lisce nel corpo umano si trovano in molti visceri, come nel canale digerente, dalla parte inferiore cioè dell' esofago in sino al retto, nella tunica muscolare propria della mucosa, nell' apparecchio respiratorio, nella tunica media dei vasi, nella pelle, in varii dotti escretori e serbatoi annessi, come nella cistifellea, negli ureteri, nella vescica, nell' uretra, nei vasi dell' epididimo, nei deferenti, nei corpi cavernosi, nell'utero, nelle trombe, nella vagina, nella milza, nel globo oculare e nelle palpebre.

Nel muscolo le singole fibre si trovano riunite in fasci di diverso ordine, e la riunione viene fatta da connettivo lamellare, detto *perimisio*, il quale poi si continua colla fascia aponevrotica, che chiude il muscolo. In questo perimisio decorrono i vasi ed i nervi, i primi si dividono nella rete capillare nutritizia, in mezzo alle cui maglie decorrono appunto le fibre muscolari; i secondi poi risultano d'ordinario di tubulini midollari, di cui ciascuno giunto in vicinanza di un fascettino di fibre si divide, e la divisione tiene appunto alla separazione delle fibrille del cilindrasse, in modo che ciascun piccolo ramuscolo nervoso, divenuto amidollore, la sua guaina primitiva si continua col sarcolemma, mentre il cilindrasse penetra nella fibra muscolare (*f. 104*), ove le sue fibrille si diramano in una specie di cumulo, detto *placca nervosa* terminale, che è alquanto rilevata sotto del sarcolemma, e che è costituita da tanti granuli, nuclei, e piccole cellule di natura nervosa (*Rouget, Krause, Engelmann*). Come si vede bene, la sostanza nervosa fa parte integrante del contenuto della fibra muscolare, e nel luogo in cui esiste la placca nervosa, ivi manca l' apparenza striata. Nella fibra liscia penetra un piccolo tubulino nervoso, il quale in luogo di terminare

in una placca nervosa, raggiunge direttamente il nucleo, poscia si divide in due rametti, dei quali ciascuno si porta ad un' estremo della fibra e termina in una piccola cellula nervosa; questo modo di terminazione però è ancora dubbio.

Composizione chimica dei muscoli — Il tessuto muscolare (striato e non liscio, giacchè la composizione di quest' ultimo si conosce più per analogia che per analisi diretta) ha per densità circa 1,055, e disseccato perde il 77 al 78 % di acqua (*Krause*); spremendo la carne fresca e dissanguata si ottiene da questa un succo, che dicesi *plasma muscolare*, il quale presenta reazione neutra o leggermente alcalina allorchè il muscolo è vivo ed in riposo, e reazione acida allorchè il muscolo è morto od è stanco, in tal caso nel plasma muscolare si forma un coagulo, ed il liquido che rimane dicesi *siero muscolare*. Anche il muscolo vivo ed in riposo è di reazione leggermente alcalina, ed è acido quando è stanco e nel periodo di rigidità cadaverica. Nel muscolo vivo ed in sito generandosi dei prodotti acidi per l'attività o per la cresciuta ossidazione (massime l'ac. lattico), questi vengono subito allontanati dalla circolazione sanguigna, fatto che non può aver luogo allorchè il muscolo è staccato dal corpo. Il plasma muscolare ottenuto colla espressione delle fibre muscolari è senza dubbio identico alla sostanza fondamentale o cementante che riunisce i prismi muscolari, la quale nel muscolo vivo ed in riposo dev' essere necessariamente *liquida*, giacchè *Kühne* vide muoversi da un capo all'altro nella fibra muscolare un parassita vivente, detto *Myoryctes Weismanni* (*Wundt*).

Il residuo solido del disseccamento (circa 22 %) contiene i seguenti principii: 1.° *gelatina* (0,6 a 2 %), la quale proviene dal perimisio e dal sarcolemma (secondo varii Autori il sarcolemma non darebbe gelatina ma elasticina); 2.° *syntonina* o *muscolina* (15 a 18 %), cioè il complesso degli albuminoidi del muscolo, estratti mediante digestione nell'acqua acidulata leggermente coll' ac. cloroidrico, albuminoidi che si riducono alla *miosina*, che è caratteristica per il muscolo, e che coagula spontaneamente nel plasma muscolare, od anche nel muscolo morto o di reazione acida rendendolo opaco e rigido, all' *albumina* (coagulabile fra 70° e 75°) che appartiene al siero del sangue ed al succo del connettivo, e all' *albuminato di potassa*, che non coagula per la semplice azione del calore, ma che ha bisogno dell' aggiunta di un' acido che neutralizzi il suo alcali; tanto l' albumina che l' albuminato alcalino si trovano nel siero muscolare, dopo che se ne è allontanato il coagulo di miosina; 3.° *sostanze azotate cristallizzabili* ed *acidi liberi*, come creatina, xantina, ipoxantina, ac. inosico, ac. lattico (ac. *sarcolattico*) ec., questi ultimi, com' è naturale, si trovano soltanto nel muscolo morto o stanco, oltre a qualche traccia di acidi volatili, come ac. butirico, acetico, tannico; 4.° *inosite*, o zucchero di carne (scoverta da *Scherer* nel miocardio), che non è cristallizzabile, che facilmente subisce la fermenta-

tazione lattica e che abbonda nei muscoli degl' individui beoni (secondo *Meissner* nel muscolo si troverebbe pure una specie di zucchero fermentescibile, secondo *Limpricht* anche una traccia di destrina, e secondo *Bernard* anche del glicogeno); 5.° *pigmento* in gran parte del sangue, ed in minima parte un pigmento giallognolo proprio del contenuto delle fibre muscolari; 6.° *grassi*, appartenenti non solo al perimisio ed ai nervi del muscolo, ma ancora al contenuto delle fibre muscolari, nelle quali ultime cresce di molto per la degenerazione adiposa; 7.° infine *sali*, sopratutto di potassa, di magnesia e di calce, ed in particolare fosfati, pochi cloruri e tracce di ferro (1); la cenere del muscolo su 100 contiene 82 di sali alcalini, e 18 di sali di calce e magnesia. Secondo *Brücke* nel succo muscolare si troverebbero tracce di peptoni e di pepsina; e secondo *Pietrowski* dallo stesso succo si potrebbe estrarre un fermento identico alla ptialina. Finalmente il muscolo fresco e dissanguato contiene delle piccole quantità di acido carbonico e di azoto, ma neppure una traccia di ossigeno isolabile col vuoto (*Hermann*). Il muscolo l'è uno dei tessuti più attivi dell' economia, tanto che la sua costituzione chimica cambia significantemente nel periodo di riposo e nel periodo di attività; già nel muscolo stanco si nota la reazione acida e l'accumolo di materie azotate cristallizzabili, ma la respirazione è quella che presenta le maggiori differenze. Il muscolo vivo staccato dal corpo ed abbandonato all' aria, lascia constatare un' assorbimento di ossigeno ed una eliminazione di ac. carbonico, scambio che aumenta nel periodo di contrazione, tanto che se l'ambiente non contiene più ossigeno sufficiente, od è eccessivamente carico di ac. carbonico, la contrazione non ha più luogo; così ad es. se sopra una lastra si pongono dei cuori di rana pulsanti, e si ricoprono con un vetro d'orologio, facendo aderire strettamente l'orlo di quest'ultimo sulla lastra; dopo poco tempo i cuori rimarranno tranquilli, e solo si contrarranno se alzando un poco il vetro d'orologio si dà accesso all' aria; le pulsazioni dei cuori durano però molto più a lungo se sotto il vetro d'orologio si pone un po' di calce perchè assorba continuamente l'ac. carbonico. Un fatto analogo hanno osservato *Ludwig* e *A. Schmidt*, i quali facendo correre pei vasi del muscolo del sangue defibrinato ed ossigenato hanno potuto mantenere a lungo la contrattilità, ed invece iniettando sangue asfissiato o deossidato, il muscolo si è mostrato poco o nulla contrattile. Nel muscolo vivo ed in sito si compie d'ordinario un' attivo scambio gassoso, così *Ludwig* e *Sczelkow* trovarono in media nel cane, che l'*O* mentre nel sangue arterioso era di 15.23 (su 100 vol. di sangue), nel sangue venoso del muscolo in riposo era di 6.70, e nel s. venoso del muscolo in attività di

(1) Nel muscolo stanco anche il fosfato acido di potassa contribuisce all' acidità ($KO,2HO,PhO^5$); questo sale si genera perchè una porzione dell' ac. lattico s' impossessa di un' equivalente di KO del fosfato neutro.

Digitized by Google

2.40; e che l'CO^2 mentre nel s. arterioso era di 28.6, nel s. venoso del muscolo in riposo era di 35.3, e nel s. venoso del muscolo in attività di 29.3.

§ 5.° — *Proprietà fisiche e fisiologiche del tessuto muscolare.*

Le proprietà *fisiche* del tessuto muscolare interessanti a studiarsi sono la *elasticità* e la *elettricità;* le proprietà animali o *fisiologiche* sono la *irritabilità* e la *contrattilità.*

Elasticità del muscolo — Un muscolo vivo ed in sito nel corpo dell'animale, reciso a metà, i suoi due monconi si ritirano verso gli attacchi tendinei; ciò dice che normalmente la elasticità di tensione dei muscoli trovasi impegnata nella loro disposizione anatomica. Un tal fatto è molto utile sia per l'economia della forza muscolare, sia pure per la rapidità del movimento, giacchè nel caso contrario il muscolo, stimolato, dovrebbe prima mettersi in tensione e poi accorciarsi. Questo stato di tensione del muscolo vivo fu detta *tonicità* muscolare, e fu creduta essere uno stato di semi-contrazione sotto l'influenza dei nervi; oggidì la tensione del muscolo tiene alla sua disposizione anatomica sulle ossa, cioè ai suoi punti d'attacco, che sono messi fra loro più lontani di quello che permetterebbe la lunghezza naturale, onde il muscolo per sè tende sempre ad accorciarsi, e se non vi può riuscire l'è per l'azione dei muscoli antagonisti, i quali controbilanciando la forza dei loro contrarii, mantengono le parti in un perfetto equilibrio, ma equilibrio instabile, che ciò può essere rotto per piccoli sforzi di contrazione; la posizione inerte della mano ad es. dipende dal fatto che la retrattilità elastica dei suoi muscoli flessori ed estensori è controbilanciata, ma se sopravviene una leggiera contrazione in uno di questi gruppi muscolari, subito si ottiene il movimento corrispondente e con grande speditezza, in seguito al quale, cessata la contrazione, i muscoli rimasti inattivi ridistendono quelli accorciati, e così la mano torna alla sua posizione di equilibrio; se i muscoli antagonisti sono resi inattivi da qualche paralisi, allora i loro contrarii una volta contratti, non avendo chi li ridistende, restano accorciati, e le parti per conseguenza si presentano deviate, così la paralisi degli estensori della mano la fa rimanere costantemente flessa, la paralisi unilaterale dei muscoli della faccia porta seco la deviazione della bocca e del naso verso il lato sano ec. Anche i muscoli circolari, cioè gli sfinteri chiudono le aperture naturali per la semplice loro elasticità, e non per la tonicità, così la bocca e l'ano in perfetto riposo sono chiuse per la retrattilità elastica dei corrispondenti sfinteri, la cui vera contrazione interviene soltanto allorchè bisogna impedire la fuoriuscita de' materiali. Per i muscoli lisci la tonicità o lo stato de' semi-contrazione finora non si è potuto negare, giacchè tanto i muscoli dell'intestino che dei vasi sanguigni mantengono un certo lume normale in questi canali dipendente dai nervi

corrispondenti, i quali eccitati lo restringono, e recisi o paralizzati lo rendono più ampio.

L'elasticità del muscolo non è come la elasticità dei legamenti, che è del tutto fisica, invece essa è in dipendenza delle proprietà animali del muscolo; infatti il muscolo vivo è molto più elastico del muscolo morto, e sotto lo stesso peso traente si allunga molto più di quest'ultimo, il quale raggiunge per conseguenza più presto il massimo di estensibilità e poi si rompe; quindi il muscolo morto è poco estensibile, poco elastico ed ha una minore coesione. Se si appendono a due cuscinetti innanzi ad una stessa scala graduata due muscoli gastrocnemii di rana, l'uno vivo e l'altro morto, e ad entrambi si applica un egual peso traente, il primo si lascerà distendere più del secondo, e poi, tolti i pesi, il primo ritornerà alla sua lunghezza primitiva, ed il secondo poco o niente si riaccorcerà.

L'estensibilità nel muscolo non è sempre proporzionata al peso traente, val dire al principio si allunga in proporzione del peso, poi aumentando il peso, l'allungamento corrispondente diviene sempre minore. Questa estensibilità è maggiore durante l'attività del muscolo, cioè durante la contrazione, e diviene per conseguenza massima nel periodo di stanchezza in seguito a ripetute contrazioni, e ciò perchè allora l'elasticità diminuisce considerevolmente; per modo che caricando un muscolo *stanco* di un certo peso, e stimolandolo, invece di accorciarsi si allunga, giacchè nel momento della contrazione aumenta la estensibilità.

I muscoli del cadavere restano molli e cedevoli per poco tempo, ma poi subito divengono *rigidi*, cioè divengono duri e retratti, in questo periodo si presentano *inestensibili* (nella rigidità vi vuole una forza enorme per distendere i muscoli, ed una volta distesi essi non ritornano per niente alla loro lunghezza primitiva — *Küss*), e ciò a differenza dei muscoli *contratti*, che sono molto estensibili, oltre a che i muscoli *rigidi* non sono irritabili, sono sforniti di potere elettromotore, sono di reazione acida, hanno poca coesione e sono opachi.

Qual'è la causa della *rigidità?*

La rigidità non dipende, come si credeva, dalla coagulazione del sangue del muscolo, giacchè ha luogo anche nei muscoli dissanguati; essa invece tiene alla coagulazione del principale corpo albuminoide contenuto nella fibra muscolare, cioè la miosina, coagulazione prodotta dallo sviluppo degli acidi liberi nel muscolo morto; e ciò è tanto vero che spremendo un muscolo vivo e raccogliendo il succo venuto dalle sue fibre (*plasma muscolare*), questo presenta una coagulazione di miosina per lo sviluppo degli acidi, che ha lo stesso decorso della rigidità cadaverica (la coagulazione degli altri albuminoidi in soluzione nel plasma muscolare può anche produrre la rigidità, ovvero aumentare quella dovuta alla miosina — *Wundt*); e dippiù facendo attraversare un muscolo rigido da una corrente di cloruro di sodio o di siero alcalino, iniettati per l'arteria, il coagulo di miosina si ri-

discioglie ed il muscolo ritorna trasparente, molle ed estensibile; il sangue poi arterioso e defibrinato iniettato per l'arteria muscolare non solo toglie la rigidità al muscolo, ma gli ridona spesso la irritabilità (*Brown Séquard*).

« Secondo le esperienze sul plasma muscolare si deve ammettere che il contenuto delle fibre dapprima semifluido, diviene poi gelatinoso, e finalmente il coagulo simile a quello del sangue si ritira sopra sè stesso; infatti il muscolo si raccorcia, diviene opaco e spreme da sè un liquido, cioè il siero muscolare. Perciò si hanno a distinguere diversi stadii sulla rigidità, l'ultimo dei quali soltanto si fa sensibile all'occhio mercè l'opacità ed il raccorciamento; nel primo stadio della rigidità il muscolo può essere richiamato in vita dall'attivata circolazione sanguigna, ma nel secondo stadio ciò riesce possibile se si scioglie di nuovo il coagulo di miosina con una soluzione di cloruro di sodio al 10 p. % (*Hermann*).

L'abbassamento di temperatura ritarda la rigidità cadaverica non solo; ma ancora la coagulazione nel plasma muscolare, invece l'elevazione di temperatura accelera entrambi i fenomeni (1); le scosse meccaniche del muscolo, gli stiramenti ec. facilitano egualmente la rigidità (*Wundt*).

Oltre alla rigidità cadaverica generale, si può ottenere pure una *rigidità locale* in qualche muscolo od in qualche arto di un'animale vivo, e ciò allacciando i vasi arteriosi corrispondenti; nel muscolo reso così anemico si generano degli acidi liberi, che non potendo essere portati via dal sangue, coagulano la miosina.

La rigidità cadaverica dura finchè gli albuminoidi del muscolo si mantengono solidi, e poi il muscolo divenendo di reazione alcalina, stante la produzione di molt'ammoniaca per la putrefazione, gli albuminoidi si ridisciolgono, le fibre ritornano flaccide e sono molto fragili e spappolabili.

Sul tempo della comparsa e della scomparsa della rigidità nei muscoli del cadavere influiscono varie cagioni, come la temperatura, l'umidità, il genere di morte ec.; per la temperatura, è a notarsi che nel caldo la rigidità dura poco e tosto viene seguita dalla putrefazione, invece nel freddo si conserva più a lungo.

Elettricità del muscolo — Il muscolo, come il nervo, ha un potere elettromotore; messo sui cuscinetti di galvanometro dà una corrente fortissima relativamente al nervo, e ciò per la massa maggiore. Nel muscolo si distingue una sezione longitudinale, che può essere naturale ed artificiale, e due sezioni trasversali, che, a differenza del nervo, oltre ad essere artificiali, possono essere pure naturali, cioè i due attacchi tendinei. Il muscolo può

(1) Si distingue in Fisiologia una *rigidità per calore*; così una rana appena uccisa messa in una stufa a 40° *C.* diviene subito rigida; un coniglio in una stufa a 50° *C.* egualmente diviene rigido.

disporsi sul galvanometro in posizioni indifferenti, cioè quando tocca i due cuscinetti sia con due punti della sezione longitudinale equidistanti dall'equatore, sia con due punti di una stessa o delle due sezioni trasversali equidistanti dal centro delle stesse, cioè dall'asse del muscolo; può disporsi pure in posizioni attive, cioè quando tocca i due cuscinetti o con due punti della sezione longitudinale inegualmente distanti dall'equatore, la corrente in tal caso va nel filo conduttore dal punto più vicino al punto più lontano dall'equatore; ovvero con un punto della sezione longitudinale ed un punto di una sezione trasversale, in tal caso la corrente nel filo va dal primo al secondo punto; o finalmente con due punti di una stessa sezione trasversale inegualmente distanti dall'asse, in tal caso la corrente nel filo va dal punto più lontano al punto più vicino all'asse. Riguardo all'ipotesi sulla costituzione elettrica della fibra muscolare è interamente applicabile quanto fu detto per il tubulino nervoso (p. 188); soltanto per avere al galvanometro una corrente muscolare che esprima la somma di tutte le correnti delle singole fibre, bisogna scegliere un muscolo a fibre tutte parallele. Se si pratica sull'estremo tendineo del muscolo una sezione trasversale *molto obbliqua* all'asse, si potranno deviare da questa delle correnti semprechè con un conduttore si riuniscono due punti, uno vicino all'angolo ottuso e l'altro vicino all'angolo acuto della sezione, in tal caso la corrente si porta sempre dal primo al secondo punto, cioè dal punto ove restano un poco scoverte le zone positive al punto ove sono scoverte le sole zone negative, questa corrente da *Du Bois* fu detta *corrente di inclinazione*.

Il muscolo messo sul galvanometro in posizione attiva presenta allorchè entra in contrazione gli stessi fenomeni del nervo, cioè a dire, che irritato, si contrae e l'ago ritorna verso lo 0° (deviazione negativa); in altri termini durante la contrazione il potere elettromotore del muscolo scema, perchè si tramuta in altre forze, quali sono la meccanica e la termica; infatti ogni muscolo in attività sviluppa calore, così ad es. dopo un tetano di 10 minuti per eccitazione nervosa intermittente, i muscoli del polpaccio della rana presentano, secondo *Thiry* e *Meyerstein*, una elevazione di temperatura di 0°,073 a 0°,119 *C.*; nei muscoli dei mammiferi sotto le stesse condizioni il calore aumenta, secondo *Billroth* e *Fick*, di 5 e più gradi centigradi, e il massimo calore viene sviluppato dai muscoli tesi tanto da non potersi contrarre sotto le ripetute stimolazioni, in tal caso non potendosi avere forza meccanica, si ha eccessivo sviluppo di calore (*Wundt*).

Il muscolo disposto in modo attivo sui cuscinetti del galvanometro, ed influenzato da una corrente costante presenta le due fasi elettrotoniche, positiva e negativa, a seconda che la corrente aggiunta va nello stesso verso, ovvero in verso contrario alla corrente propria nel muscolo (*Wundt*).

La corrente muscolare dura fino alla morte del muscolo, presso alla quale l'ago presenta le oscillazioni agoniche, come per il nervo; questa corrente finisce molto più presto nei muscoli stanchi per ripetute contra-

zioni, che in quelli in riposo, e dura pochissimo, od anche non si manifesta, nei muscoli degli animali avvelenati colla stricnina.

Ponendo al galvanometro un muscolo integro, cioè con tutt' i suoi attacchi tendinei, si ha una corrente discreta, invece recidendo gli attacchi tendinei ovvero gli estremi delle fibre muscolari la corrente diviene intensa. La sezione trasversale naturale di un muscolo assai fresco spesso si comporta come *positiva* relativamente alla sezione longitudinale; ma passato un certo tempo dalla escisione del muscolo, la sezione trasversale naturale diviene spiccatamente *negativa* rispetto alla sezione longitudinale (*Wundt*), giacchè l'influenza dell'aria va a poco a poco diminuendo, come nel nervo, la tensione elettrica naturale ne'due capi del muscolo. Un tal fatto si spiega ammettendo che ai due capi tendinei del muscolo esistono molecole non peripolari, ma *bipolari*, aventi cioè il polo positivo rivolto verso il tendine (o sezione trasversale naturale), e questo strato di molecole bipolari si dice *strato paraelettronomico;* per tale disposizione si ha che molte correnti, dalle sezioni trasversali portandosi verso la sezione longitudinale, elidono in parte la corrente principale del muscolo, onde per avere quest' ultima in tutta la sua piena intensità bisogna togliere colla recisione lo strato paraelettronomico. *Albini*, che nega pure la elettricità nel muscolo vivo, e la ritiene prodotta dalle alterazioni chimiche del contenuto delle fibre muscolari staccate dal corpo, interpreta il fenomeno diversamente, cioè per lui il muscolo integro somiglierebbe al nervo esciso cogli estremi legati (p. 190), il tendine impedirebbe l'azione dell'aria sul contenuto delle fibre muscolari, e quindi poco sviluppo di elettricità; noi che colla maggior parte dei Fisiologi ammettiamo l'elettricità nel muscolo vivo, ritenghiamo l'ipotesi di *Du Bois-Reymond* sulla costituzione elettrica molecolare peripolare del muscolo, assieme ai due strati parelettronomici che chiudono il muscolo negli attacchi tendinei, e l'esperienza citata da Albini per analogia, cioè dei nervi legati, la spieghiamo dicendo che nell'allacciare il nervo molte molecole peripolari vengono deviate dalla loro posizione normale, vengono torte e quindi costrette dalla stessa azione meccanica del filo che stringe a rivolgere le loro zone positive verso i due capi del nervo, e non più verso la sezione longitudinale. Inoltre siamo di credere che nella fibra muscolare, essendo questa chiusa, le ultime molecole peripolari ai due capi, in luogo di trovarsi disposte come le altre per tutta la lunghezza della fibra, girino a poco a poco seguendo l'inflessione del sarcolemma, e si dispongano come le pietre in un'arco, rivolgendo verso il capo tendineo le zone positive, dalle quali naturalmente (nel muscolo fresco, dotato di forte potere elettromotore) possono derivare correnti, che portandosi verso la sezione longitudinale, contrastano in gran parte il cammino della corrente principale, in tal modo finirebbe pure la necessità di ammettere lo strato paraelettronomico.

La corrente, che manifesta il muscolo al galvanometro, appartiene pro-

Digitized by Google

prio alle fibre muscolari, ovvero al nervo che entra e che si dirama nel muscolo? — Appartiene al muscolo indubitatamente, giacchè la corrente muscolare è straordinariamente più intensa della piccola corrente elettrica del cordone nervoso che entra nel muscolo; dippiù il muscolo non dà i fenomeni dell' elettrotono nella stessa guisa che il nervo, val dire che se nel nervo la polarizzazione delle molecole si estende anche oltre del tratto compreso fra gli elettrodi, nel muscolo si limita nel solo tratto interpolare; e finalmente si potrebbe aggiungere che una sola fibra muscolare striata viva, messa al galvanometro in posizione attiva, come ha praticato *Du Bois*, produce anch' essa una piccola deviazione dell' ago.

Correnti generali nel corpo degli animali — « Le singole correnti dei nervi e dei muscoli di un' arto o di tutto il corpo formano nell' insieme una *corrente generale*, che è la risultante delle correnti particolari, e la cui direzione è determinata appunto da queste ultime. I muscoli, formando la massa la più voluminosa di tutt' i tessuti, e le loro correnti essendo del pari le più forti, ogni corrente generale può essere considerata come la risultante delle correnti muscolari. Fino al giorno d'oggi le correnti generali non sono state studiate nell' uomo, giacchè da una parte l' antagonismo che esiste fra le sezioni longitudinale e trasversale del muscolo è nell'uomo meno cospicua che presso molti animali, e d'altra parte nell'uomo bisogna necessariamente sperimentare con superficie ricoverte dalla pelle. Si è notato che anche nella rana queste correnti sono molto più deboli quando i muscoli sono ricoperti dalla pelle; però questa diminuzione d' intensità non tiene a che la pelle opponga qualche resistenza alle correnti, ma a che essa preserva la sezione trasversale naturale del muscolo dal contatto dell'aria esterna, e così mantiene più a lungo il suo stato positivo. Presso la rana negli arti posteriori ed in tutto il corpo la corrente generale è diretta da basso in alto, in modo che la testa dell' animale si comporta come la sezione longitudinale del muscolo ed è positiva, mentre che le zampe sono negative; nel filo conduttore poi la corrente generale va dal punto che tocca la testa al punto che tocca le zampe. Per studiare le correnti generali nella rana si può adoperare sia una rana decorticata, sia una rana intatta ma che abbia bagnata la pelle con soluzione di cloruro di sodio per distruggere l'influenza positiva della sezione trasversale naturale (*Wundt*) ». Secondo *Du Bois* si può riconoscere anche la corrente generale dell' uomo (quantunque debole per l' esistenza della pelle) quante volte l' individuo, dopo avere immerso i suoi due indici nelle due vaschette del galvanometro, contrae soltanto e fortemente i muscoli di una metà del suo corpo, si ha una deviazione nell' ago prodotta da una corrente che dalla metà in riposo va verso la metà in contrazione, nella quale ultima metà la corrente per lo stato attivo del muscolo è diminuita.

Irritabilità e contrattilità del muscolo — Il muscolo ha una proprietà per

la quale è capace, come il nervo, di rispondere agli stimoli, e questa è l'*irritabilità*, la quale si riconosce obbiettivamente nel muscolo stesso per un'altra proprietà del muscolo, cioè la *contrattilità*; il muscolo da sè entra in contrazione e dice che è stato irritato, e non ha bisogno come il nervo, di altri organi per rivelare la sua irritabilità.

Lo stimolo normale per il muscolo o parte dalla volontà, ovvero da una eccitazione di un nervo di senso, che nel centro nervoso si riflette su di un nervo di moto, e quindi giunge al muscolo. Gli stimoli poi artificiali per il muscolo sono gli stessi che per il nervo, cioè *meccanici, termici, chimici* ed *elettrici*. Gli stimoli *meccanici* ed i *termici* non presentano alcuna differenza di azione sul nervo e sul muscolo; invece gli stimoli *chimici* ed *elettrici* operano sul muscolo in un modo alquanto diverso che sul nervo, così gli alcali e gli acidi diluiti (ac. cloroidrico in soluzione di 0,1 p. %), i sali metallici diluiti, l'ammoniaca in vapori mentre riescono senz'alcun'effetto per il nervo di moto, hanno invece un'azione energica sul muscolo; questa differenza però scompare in gran parte riflettendosi che nel muscolo si ha che fare con filetti nervosi terminali, e non coi cordoni, filetti terminali che essendo più esili e più sprovvisti d'involucri, sono più eccitabili. Anche l'acqua, che è una sostanza indifferente per il nervo, irrita il muscolo non appena vi si fa arrivare per iniezione nelle arterie, e produce un movimento fibrillare, interrotto di tratto in tratto da scosse di tutto il muscolo (*Wittich*); però si potrebbe dire che queste contrazioni avvengono per irritazione che fa l'acqua sui nervi del muscolo, sia per la temperatura diversa, sia per la compressione dei vasi turgidi sui filetti nervosi vicini. Per gli stimoli *elettrici* si ha che la corrente costante applicata direttamente sul muscolo presenta il suo massimo d'azione alla chiusura ed all'apertura del circuito, e poi durante il passaggio il muscolo rimane in istato di debole contrazione tonica (*Wundt*); se il muscolo è sottile ed a fibre parallele si osserva dopo la chiusura del circuito un movimento ondulatorio nella massa muscolare, diretto dal polo positivo verso il negativo, ove a poco a poco il muscolo s'ingrossa; all'apertura poi il fenomeno s'inverte (*Kühne*). Sotto l'azione della corrente costante si ha inoltre che il muscolo sembra non rispondere alla *legge delle contrazioni* di Pflüger, giacchè ad ogni aprire e chiudere della corrente costante si ha *contrazione* e manca il *riposo* nei casi in cui vi dovrebbe essere (p. 198); le piccole contrazioni però che si hanno allorchè il muscolo dovrebbe rimanere in riposo si spiegano, perchè lo stimolo, essendo anche piccolissimo (comparsa di catelettrotono o scomparsa di anelettrotono), pure lascia contrarre quel tratto delle fibre a sè sottostante, e questo tratto poi tirando a sè tutto il resto del muscolo, mentisce una contrazione *totale*, e quindi fa credere che il muscolo non sia soggetto alla legge delle contrazioni.

È indubitato che portato uno stimolo sul muscolo, questo si contrae, ma si domanda: supporre muscolo senza nervo è impossibile, ora la irri-

Digitized by Google

tabilità del muscolo si deve proprio al *muscolo*, ovvero al *nervo* che lo anima? — In altri termini la fibra muscolare è *irritabile per sè*, ovvero lo è *pel suo nervo?*

Gli Antichi, tra i quali *Haller*, ritenevano per certo l'irritabilità *propria* del muscolo, e l'appoggiavano sui movimenti del cuore e dell'intestino, anche tolti questi organi dal corpo, e quindi separati interamente (secondo essi) dai loro nervi; oggi però che in questi organi si sono scoverti e nervi e centri nervosi, una tale pruova non ha più fondamento; invece oggi l'Anatomia microscopica avendo dimostrato la sostanza nervosa non solo entro il muscolo, ma entro proprio la fibra muscolare, come un tutt'uno col contenuto della stessa, è cosa ben difficile dimostrare una irritabilità propria del muscolo indipendente dal nervo, nè vale il dire che vi sono parti di fibre muscolari prive di nervi, come i loro due estremi, e pure sono irritabili, giacchè il non avervi visto l'elemento nervoso non dice che non esiste realmente. Vi è qualche esperimento però che potrebbe fare ammettere questa irritabilità, ed è l'avvelenamento per *curaro* (1); iniettando del curare sotto la pelle di un'animale, questo dopo poco tempo si presenta tutto paralizzato (la sensibilità però non è estinta), stimolati i suoi nervi di moto si presentano ineccitabili, invece stimolati direttamente i muscoli si contraggono (*Bernard*); dunque si dice: la irritabilità del muscolo è una cosa ben diversa dalla eccitabilità del nervo. A questo si può opporre che irritando direttamente il muscolo si stimolano direttamente le estremità nervose in esso contenute, che sono certamente più eccitabili dei grossi cordoni nervosi. *Kölliker* però soggiunge che l'avvelenamento dei nervi di moto pel curare avviene precisamente dalla periferia al centro, e le prime parti a paralizzarsi sono precisamente le estremità periferiche di questi nervi, giacchè egli ha impedito la paralisi dell'ischiatico allacciando prima dell'iniezione l'arteria iliaca; quindi ancorchè i plessi dei nervi degli arti inferiori fossero venuti in contatto del sangue avvelenato, pure essendone rimaste libere le diramazioni periferiche negli arti stessi, questi ultimi non si presentano paralizzati. Ma *Kölliker* non potrà mai dimostrare che l'avvelenamento incominci proprio dalla placca nervosa contenuta nella fibra muscolare, e finchè esiste un tale dubbio, non si è mai certi di ammettere l'irritabilità muscolare, potendo rimanere integra la placca nervosa (nell'avvelenamento col curare), e rispondere per ciò agli eccitamenti fatti direttamente sul muscolo. Oltre a questa pruova di *Bernard* e di *Kölliker* per sostenere la irritabilità muscolare, ve ne ha un'altra di *Bidder*, che consiste nello stimolare direttamente un muscolo dopo che il suo nervo da gran

(1) Il *Curaro* è una massa nerastra, che probabilmente deriva dalla *Paullinia curaru*, e contiene la *curarina*, che è una sostanza reagente alcalinamente, ma non cristallizzabile. In Terapeutica si adopera contro il tetano e contro l'avvelenamento stricnico (*Posner* e *Simon*).

Digitized by Google

tempo venne reciso; spesso si avvera che mentre il nervo è ineccitabile, anzi è degenerato ed atrofizzato, il muscolo risponde ancora all' eccitamento diretto; ma in tal caso non vi è del pari alcun argomento per dire che l'estremità nervosa intramuscolare non sia rimasta integra ed immune da degenerazione. Finalmente se su di un nervo di moto in vicinanza del suo muscolo si applica una corrente costante, *forte* ed *ascendente*, è naturale che il tratto anelettrotonico in tal caso essendo molto esteso, invaderà anche la porzione del nervo diramato nel muscolo, eppure in tal caso si avvera che mentre il nervo fuori del muscolo è poco eccitabile, il muscolo al contrario risponde ai minimi stimoli; quindi la irritabilità muscolare è una cosa diversa dalla eccitabilità nervosa, giacchè la prima può subire relativamente un'aumento in seguito ad alcuni agenti che diminuiscono la seconda (*Wundt*); ma si potrebbe sempre opporre: si è certi di avere anelettrotonizzato anche il nervo nel muscolo, e proprio entro le fibre muscolari?—Quindi, quantunque le pruove per l' irritabilità pare che sieno piuttosto affermative, pure nello stato attuale della scienza non è del tutto assodata.

L' irritabilità muscolare, che cresce per una media temperatura, e per un riposo od attività moderata, si trova all' opposto considerevolmente diminuita in seguito ad un' attività prolungata ed esagerata, ed in tal caso si ha la *stanchezza*, per la quale l'individuo avverte nei suoi muscoli un senso penoso, gravativo, unito ad una impossibilità o meglio difficoltà al libero movimento. La causa della stanchezza si deve sia al difetto nel muscolo del materiale ossidabile ed ossidante, cioè l' ossigeno, trovandovisi molto difficoltata la circolazione durante la contrazione, sia allo accumolo nel muscolo di materiali molto ossidati, prodotti dalla stessa attività prolungata; questi materiali sono i principii azotati cristallizzabili e gli acidi liberi (carbonico, lattico, acetico, butirico), i quali inducono probabilmente la coagulazione della miosina. Il *riposo* è il vero rimedio per la stanchezza, giacchè per esso si ristabilisce la circolazione normale nel muscolo, mediante la quale questo si carica di materiale nutritivo e di ossigeno, e viene in pari tempo privato dei prodotti nocivi di ossidazione, massime degli acidi liberi.

L' irritabilità del muscolo dura fino a che questo muore e diviene rigido, e questa perdita di irritabilità avviene più presto negli animali omeotermi che negli eterotermi; termina pure la irritabilità per il caldo e per il freddo eccessivo, per il riposo ed attività prolungata ed esagerata, per l'aggiunta o sottrazione di molt'acqua dal muscolo, e per la privazione dell'ossigeno. Un muscolo, stanco dopo ripetute contrazioni, staccato dal corpo; si presenta irritabile per poco tempo; certi veleni poi estinguono rapidamente l' irritabilità muscolare, p. e. l' ac. idrocianico ed i cianuri; infine l' irritabilità si estingue per l' abolizione dell' influenza nervosa (1) e della

(1) Reciso un nervo motore, il muscolo che ne dipende si altera, i nuclei dei

circolazione sanguigna. Nell' individuo morente i muscoli perdono gradatamente l'irritabilità e si paralizzano, e poi dopo la morte divengono rigidi; i primi a perderla sono i motori dell' occhio, per cui questo rimane fisso, e gli ultimi a perderla sono i muscoli della respirazione, e l'ultimo poi fra tutti è il cuore, del quale il seno destro è l' ultimo a contrarsi (*ultimum moriens* di *Haller*).

Il muscolo, perduta l'irritabilità, è *morto;* ciò si accompagna alla incapacità a contrarsi, alla minore estensibilità ed elasticità, alla perdita del potere elettromotore ed alla reazione acida, la cui conseguenza naturale è la rigidità cadaverica, ed i primi muscoli a divenire rigidi sono appunto i primi che hanno perduta la irritabilità.

Il muscolo stimolato, entra in *contrazione*, cioè a dire si accorcia e s' ingrossa. Per bene studiare i fenomeni e le leggi della contrazione muscolare, si fa uso del così detto *Myografo di Helmholtz*, che consiste in un muscolo sospeso per un capo ad un uncinetto e portante nell' altro capo inferiore un ago orizzontale col quale scrive su di un cilindro verticale girante, ricoperto da nerofumo; il cilindro gira in un dato tempo e presenta una linea orizzontale (*f. 189 — a v o*) che corrisponde alla punta dell' ago allorchè il muscolo è in riposo; è naturale che contraendosi il muscolo (ad es. per l'apertura di una corrente d'induzione che lo irrita direttamente), segnerà una linea dapprima ascendente *a x*, indi discendente *x o*. Dividendo tutto il tempo di una contrazione *a o* in 20 parti eguali, si vede come la linea di contrazione *a x o* per la prima 20.ª parte di questo tempo *a s* coincide colla linea orizzontale *a v o* (*stadio di irritazione latente*); poscia alla 2.ª divisione la linea incomincia a salire in modo ondulato e raggiunge la massima altezza verso la 5.ª divisione, cioè in *x* (*stadio di energia crescente*); poi questa linea discende d'un colpo in *u* tra la 6.ª e la 7.ª divisione (*stadio di energia decrescente*), e poi sempre in senso ondulato raggiunge la linea orizzontale nel n.° 20 delle divisioni; l' ondulazione da *u* a *o* tiene alla elasticità stessa del muscolo. Si vede adunque come il muscolo per accorciarsi impieghi la terza parte del tempo che ha bisogno per ridistendersi, e come l'accorciamento e molto più il ridistendimento avvengano a tratti. Tutto il tempo necessario per il compimento di un tal fenomeno (che nel muscolo attivo dura un' istante, impiegando circa 0",01 l' irritazione latente, 0",04 l'energia crescente e 0",03 la energia decrescente), aumenta in generale colla grandezza dell' accorciamento del muscolo, colla gravità del peso da sollevarsi e colla diminuzione dell'attività del muscolo, cioè col grado di stanchezza per precedenti contrazioni; anzi sul muscolo stanco si può seguire bene tutto il decorso della contrazione; ciò che è

sarcolemmi si moltiplicano, e ben presto il contenuto dei sarcolemmi subisce la degenerazione grassosa; una parte del grasso a poco a poco viene riassorbita, e rimane quasi il solo tessuto fibroso, che è l' ultimo avvanzo dell' atrofia muscolare.

Digitized by Google

un' impossibile sul muscolo fresco ed attivo; infatti irritando direttamente un muscolo in un punto della sua lunghezza, se è fresco ed attivo si contrae rapidamente ed in tutta la sua massa, invece se è stanco la contrazione (cioè l' ingrossamento ed accorciamento) avviene lentamente, e si propaga come un' onda dal punto stimolato fino agli estremi del muscolo; sotto il microscopio la contrazione si vede correre come un' onda sul contennto liquido della fibra muscolare (*Kühne*. Uno stimolo *meccanico*, come una battitura col dorso di un coltello fatta di traverso su di un muscolo stanco non produce una contrazione che si propaga fino agli estremi del muscolo, ma una contrazione *permanente* del solo punto stimolato, che si presenta come un cercine sporgente, il quale lentamente aumenta e poi a poco a poco diminuisce fino a scomparire (*contrazione idiomuscolare* di *Schiff*.

I muscoli a fibre *striate* presentano una differenza nella contrazione relativamente ai mnscoli a fibre *lisce;* i primi, fatto lo stimolo, si contraggono prontamente e con una energia rapida ed istantanea, invece i secondi si contraggono lentamente e dopo un certo tempo dall'avvenuta stimolazione; così pure nel rilasciamento i primi sono pronti ed i secondi lenti; l' azione però delle fibre lisce, quantunque debole e lenta, pure è molto persistente, onde sono state messe là dove vi è bisogno di piccola forza ma continua (intestino, dotti escretori), invece le fibre striate si trovano là dove l' azione si richiede pronta ed energica (muscoli dello scheletro, sfinteri, cuore).

Il muscolo soggetto ad uno stimolo continuo e ripetuto esegue una serie di contrazioni, le quali allorchè sono tanto vicine fra loro e rapide, da non potersi distinguere, costituiscono il *tetano*. Nel tetano non si tratta di una sola contrazione, ma di una serie di contrazioni, e ciò si dimostra col galvanometro, col reoscopo fisiologico, e collo stetoscopio; col 1.° si vede che il muscolo durante il tetano produce continue oscillazioni negative dell' ago, le quali per compiersi richiedono che il muscolo si contragga e si rilasci alternativamente; col 2.° si osserva come ponendo il nervo del reoscopo sul muscolo tetanizzato, il reoscopo per le oscillazioni della corrente di quest' ultimo viene preso anch' esso da tetano (*tetano secondario*); infine col 3.° si ode sul muscolo tetanizzato uno scricchiolio od una serie di piccoli *rumori muscolari*, dovuti alle singole contrazioni.

Il muscolo nella contrazione cambia di forma, cioè si accorcia e s' ingrossa; l' effetto meccanico della contrazione, massime il movimento delle ossa, ordinariamente dipende dall' accorciamento, e solo rare volte dall' ingrossamento, così ad es. certi muscoli contraendosi possono coll' ingrossarsi comprimere alcune glandule e spremerne l' umore. Ciò posto, si domanda: il cambiamento di forma del muscolo va unito ad un cambiamento di volume, cioè l' ingrossamento l' è proprio quanto l' accorciameuto? — D' ordinario il muscolo nel contrarsi non cambia di volume, ma qualche volta si può notare una leggerissima diminuzione di volume, la quale può pure attribuirsi alla compressione che fanno le fibre contratte sugli altri

tessuti del muscolo. Ciò si dimostra con un piccolo esperimento, ponendo cioè in una boccia, esattamente piena di liquido colorato, molte cosce di rana appese per i loro nervi agli elettrodi di una macchina d'induzione; la boccia è chiusa con un tappo, in cui scorre un tubo capillare graduato pieno anch'esso per metà di liquido; facendo contrarre le cosce di rana si può vedere qualche volta il liquido nel tubo discendere di alquanti gradi (*Erman*).

Nella contrazione il muscolo cambia di forma, ma le fibre restano *rettilinee?* — Ponendo delle fibre striate fresche al microscopio su di una lastra portaoggetti e facendole contrarre, si vede com'esse si accorciano e s'ingrossano (accorciamento ed ingrossamento dovuti all'accorciamento ed ingrossamento dei singoli prismi muscolari), ma ciascuna rimane rettilinea; poscia allorchè si rilasciano si allungano, ma non avendo alcuna forza traente, anzi trovandosi su di una lastra sulla quale non possono scorrere per l'attrito, esse divengono flessuose e si dispongono a zig zag, disposizione che erroneamente da alcuni Fisiologi fu attribuita al vero stato di contrazione.

Grado d'accorciamento, forza e lavoro meccanico del muscolo — Il muscolo stimolato si contrae; il fatto principale della contrazione e dal quale dipende il lavoro meccanico, si è appunto l'*accorciamento*. Un muscolo a fibre striate e tutte parallele (ad es. l'ioglosso della rana), staccato dal corpo e sospeso verticalmente innanzi ad una scala graduata, se viene eccitato per un certo tempo da una corrente d'induzione, si contrae e si accorcia d'ordinario del 50 al 60 p. % (*Vierordt*), ma insistendo collo stimolo, sopratutto se il muscolo è molto attivo, questo accorciamento può giungere fino al 75 od 80 p. % (*Weber*). Questo grado massimo di accorciamento non ha luogo nei muscoli in sito nell'organismo: 1.° per la resistenza dei muscoli antagonisti, e 2.° per il limitato ravvicinamento delle ossa. Il grado di accorciamento, o l'ampiezza dell'escursione del capo libero del muscolo nella sua contrazione, è in ragione diretta della *lunghezza* delle sue fibre; però l'accorciamento p. % rimane sempre eguale, qualunque sia la lunghezza dei muscoli (*Borelli*). In un muscolo staccato dal corpo per ottenere il massimo di accorciamento non basta una sola eccitazione, ma è necessaria una serie di stimoli ripetuti, giacchè secondo *Weber* il muscolo contratto si accorcia al massimo dopo una stimolazione intensa della durata almeno di 9"; poscia l'eccitamento mantenendosi nello stesso grado, il muscolo a poco a poco si allunga, giacchè per la stanchezza il muscolo non è più capace di sostenere il suo proprio peso all'altezza del massimo accorciamento.

Se il grado di accorciamento dipende dalla lunghezza delle fibre, la *forza* del muscolo dipende dal *numero* delle sue fibre, cioè dall'ampiezza della sua sezione trasversale. Questa forza si calcola tenendo conto del *peso* che il muscolo solleva, e dell'*altezza* cui lo porta; e quindi dicesi *forza as-*

soluta del muscolo il peso che può sostenere un muscolo (avente la sezione trasversa larga 1 cent. quadr.) ad un'altezza pari alla sua lunghezza naturale durante la contrazione (cioè il peso capace di neutralizzare completamente qualunque effetto della contrazione muscolare, ovvero qualunque accorciamento); questo peso per 1 centim. quadr. di muscolo di rana sarebbe di 692 gram. (*Weber*), e per 1 centim. quadr. di muscolo di uomo sarebbe di 6000 a 8000 gram. (*Henke* e *Knorz*). Secondo *Rosenthal* i muscoli adduttori della coscia della rana, ridotti ad 1 centim. quadr. di sezione trasversale, avrebbero una forza assoluta di 2 a 3 kilogr., ed i m. gemelli e solei dell'uomo una forza di 8 kilogr.

Finalmente intendesi per *lavoro meccanico* od *effetto utile* della contrazione muscolare il prodotto del *peso* per l'*altezza* cui viene portato dal muscolo; cosicchè essendo P il peso elevato ed a l'altezza di elevazione, il lavoro meccanico sarebbe eguale al prodotto $P \times a$; è naturale che questo lavoro od effetto utile sarà $=0$ semprechè tanto P che a raggiungono il loro maximum; infatti il muscolo per raggiungere la massima altezza, bisogna che P sia $=0$, e perchè a sia $=0$ bisogna che P raggiunga il maximum. Quindi il *massimo* lavoro meccanico od effetto utile della contrazione muscolare si ha allorchè il muscolo solleva un *peso medio* alla *media altezza;* cioè il prodotto $P \times a$ sarà *massimo* quando P ed a avranno un valore medio (*Wundt*). Tutte le cagioni che modificano l'irritabilità muscolare, modificano naturalmente anche l'effetto utile della contrazione; tra queste bisogna annoverare innanzi tutto la *stanchezza,* giacchè per legge il lavoro meccanico è in ragione inversa del grado di stanchezza.

CAPITOLO II°

ORGANI DEI SENSI

Gli *organi dei sensi* costituiscono la parte periferica del sistema nervoso centripeto, esposta a ricevere le impressioni dal mondo esterno; secondo la diversa natura degli agenti che debbono impressionare gli organi dei sensi, questi hanno una diversa conformazione, sempre però *adatta* a ricevere ciascuno l'impressione di un dato agente, così l'*occhio* è un'organo adatto per la *luce,* l'*udito* per il *suono* ec. L'uomo è dotato dei cinque sensi, cioè di cinque organi destinati a farlo avvertito della presenza od influenza di cinque diversi *agenti*, i quali sono *tali* relativamente all'uomo stesso, anzi l'uomo stesso vi ha assegnato dei nomi speciali, che ricordano sempre le relazioni cogli organi di senso, senza dei quali non si possono neppure concepire. Questi agenti cogli organi di senso *corrispondenti* (cioè con quelli coi quali soltanto possono riuscire stimoli *adeguati*) sono: 1.° il *con-*

tatto percepito mercè il senso del *tatto*, 2.° il *sapore* mercè il *gusto*, 3.° l'*odore* mercè l'*olfatto*, 4.° il *suono* mercè l'*udito*, e 5.° la *luce* mercè la *vista*. Qualunque altro eccitamento, che non sia l'adeguato, cade su questi organi di senso, esso sarà percepito sempre dall'individuo nell'identico modo della impressione adeguata; così la corrente d'induzione se sulla pelle dà impressioni tattili dispiacevoli, sull'occhio provoca impressioni luminose, sull'udito impressioni rumorose ec., quantunque sia sempre lo stesso stimolo. Perchè queste impressioni giungano alla coscienza dell'individuo, bisogna che ciascun'organo di senso sia munito di nervi centripeti, i quali alla loro volta stieno in diretta relazione anatomica con organi centrali nervosi, appartenenti all'encefalo; mediante questi nervi adunque l'encefalo, e per esso la coscienza dell'individuo avverte tutte le impressioni che vengono dal mondo esterno, le così dette sensazioni *speciali*, sensazioni *esterne*, sensazioni *obbiettive*. Ciò posto, si domanda: l'individuo oltre a queste impressioni ne avverte altre? Avverte cioè le impressioni che vengono dallo interno delle diverse parti del suo corpo? È capace l'individuo di avvertire ciò che si fa in tutto il suo organismo, indipendentemente dai citati agenti esterni, che dánno sempre sensazioni localizzate riferibili ciascuna ad un determinato eccitamento? — Sì, l'individuo avverte i fatti della propria economia, e li avverte colla così detta *sensibilità generale*, per la quale non vi è stimolo adeguato, e solo fa inteso l'individuo della esistenza delle diverse parti del suo corpo, e dello stato di benessere o di malessere di queste parti; lo stato di *benessere* od il *piacere* viene rivelato dal niuno stimolo avvertito dall'individuo (oltre quelli sugli organi dei sensi), e lo stato di *malessere* od il *dolore* si ha quante volte gli eccitamenti sugli organi e tessuti in generale sorpassano il grado normale e divengono o troppo intensi, o pure di diversa natura, p. e. il giusto riempimento del ventricolo porta seco nessuna impressione od uno stato di piacere nell'individuo, invece per un riempimento eccessivo l'individuo prova una sensazione molesta o dolorosa, stante che lo stimolo ha oltrepassato i limiti normali. Questa sensazione (che alcuni chiamano *sentimento*, a differenza delle sensazioni speciali) *positiva* abnorme, essendo la *negativa* normale, viene caratterizzata dall'essere non localizzata ma vaga, dall'essere dubbia sulla natura dell'eccitamento, dal riuscire sempre molesta, e dall'essere sempre eguale od identica per qualunque eccitamento, anche per i più contrarii, giacchè il dolore è sempre dolore, qualunque sia lo stimolo, così nello stomaco la neve, l'acqua calda, il contenuto eccessivo, l'irritazione catarrale, un tumore ec. dán sempre dolore, e l'individuo non sa mai attribuirlo ad alcuno stimolo speciale, se non quando o l'ha visto, ovvero lo vede il medico.

Se dal corpo umano si suppongono per un momento abolite tutte le distribuzioni dei nervi di sensibilità speciale, ciò che rimane non è provvisto che di sensibilità generale (tranne il rivestimento corneo ed epiteliale), anche gli stessi organi dei sensi, nei quali talvolta una sensazione do-

lorosa per uno stimolo abnorme nei tessuti dell'organo può perfino superare la sensazione specifica, come ad es. un' individuo per un forte pizzico nella pelle non s'incarica certamente della impressione tattile, ma della dolorifica. Tra le parti fornite di sensibilità generale bisogna precipuamente far parola della mucosa digerente, della mucosa respiratoria, della mucosa genito-urinaria, e dei muscoli dello scheletro.

La *mucosa digerente* nella sua prima ed ultima porzione, cioè bocca, faringe ed ano, è sede di sensibilità tattile, invece per tutto il resto è fornita di sensibilità generale, lo stimolo normale (alimento e bevanda) su questa porzione interna della mucosa digerente non viene avvertito dall'individuo, ma desta un movimento riflesso, cioè la peristalsi intestinale; invece uno stimolo intenso ed abnorme giunge alla coscienza in forma di dolore. La mucosa delle fauci dà all'individuo la sensazione della *sete;* la mucosa gastrica quella della *fame* e della *sazietà* (?), e la mucosa rettale ed anale quella del *bisogno di defecare*.

Per la *mucosa respiratoria* si ha che la sensibilità tattile precisa trovasi confinata soltanto nel naso, sulla faringe, nella faringe, ed appena nel principio della trachea; tutto il resto fino al fondo degli alveoli è provvisto di sensibilità generale, minore ancora che nell' intestino; lo stimolo normale (aria in corrente) non reca alcuna impressione nel pulmone, invece lo stimolo abnorme porta seco un senso penoso gravativo, ed al più desta per riflesso un tossicolio, che diviene vera tosse intensa allorchè lo stimolo raggiunge la trachea e la laringe. Se il parenchima pulmonare per sè è poco sensibile, il suo rivestimento sieroso lo è molto, ed ogni medico sa che quando le irritazioni nel pulmone si rendono superficiali ed invadono la pleura, questa duole fortemente. La superficie mucosa del pulmone sembra infine essere la sede di sensazioni piacevoli (*respirare in gran copia l'aria pura*), o dispiacevoli (*respirare aria confinata* o *viziata*), le quali in verità hanno una sede più generale, e, come la fame e la sete, sono in rapporto con i bisogni che prova l'organismo *intero* di una maggiore o minore copia di ossigeno (*Küss*).

La *mucosa genito-urinaria*, oltre alla sensibilità tattile squisitissima (e di natura *speciale*) nelle ultime sue porzioni, cioè nei genitali esterni, è la sede di una sensibilità generale doppiamente modificata, cioè nel *bisogno di urinare* e nel *bisogno sessuale;* del resto i reni e gli ureteri, i testi e le ovaie, i deferenti e le trombe coll' utero non hanno che la sensibilità generale, per la quale ogni stimolo normale non viene avvertito, e desta invece dei fenomeni riflessi, e solo per stimoli patologici si hanno delle sensazioni dolorose vaghe ed incerte.

Finalmente i *muscoli* sono forniti del così detto *senso muscolare* che non è altro se non la sensibilità generale, la quale reca all'individuo sensazione spiacevole nel solo caso che lo stimolo diviene intenso ed abnorme; così i muscoli irritati, lacerati, tagliati dànno dolore, del pari si hanno dolori

violenti nelle contrazioni spasmodiche che si stabiliscono d'un colpo (*crampi*), la stanchezza si suole localizzare come una sensazione molesta nei muscoli ec. ec. Vi sarebbe anche un'altra pruova del senso muscolare, ma questa può avere tutt'altra spiegazione, ed è il giusto impiego di forza che fa l'individuo, proporzionato sempre alla resistenza da vincere; questo fatto si può spiegare per l'intervento della coscienza, colla quale l'individuo giudica della resistenza, e così proporziona lo sforzo necessario. È certo però che l'individuo sente il suo movimento e l'intensità dello stesso, e se ciò non fosse, al movimento mancherebbe in ogni caso la coordinazione, e questo sentimento si deve ai pochi nervi sensitivi che entrano nel muscolo assieme ai nervi motori, nervi sensitivi la cui funzione rimane completamente abolita in seguito al taglio delle radici posteriori spinali.

Per conchiudere sulla *sensibilità generale*, bisogna dire su quali argomenti l'individuo fonda la sensazione della esistenza del suo organismo; in altri termini: come l'individuo sente che esiste? — Il sentimento della esistenza del proprio organismo si basa: 1.° sulla somma di tutte le sensazioni, compresi i dati della sensibilità generale, e 2.° sulla sensazione del movimento; con questi due dati l'individuo (presente a sè stesso) riconosce lo stato delle singole parti del suo corpo, e riconosce se sono in riposo ovvero in attività.

§ 1.° — *Tatto.*

L'*organo del tatto* è rappresentato dalla pelle e dalle mucose in prossimità degli orificii naturali del corpo.

La *pelle*, o comune tegumento, si compone, dall'esterno all'interno, dell'*epidermide*, del *derma* e del *tessuto connettivo sottocutaneo*. L'*epidermide* appartiene ai tessuti di semplici cellule, essa ricopre il derma e confina cogli epitelii delle mucose agli orificii naturali; l'epidermide si può dividere in due strati (*f. 117. T. IV.*), uno superficiale *corneo*, ed uno profondo *mucoso* (detto reticolo malpighiano perchè s'ingrana colle papille del derma); il primo strato è duro, pergamenaceo e risulta di cellule sottili, squamiformi, dure, secche e senza nucleo (*f. 13*); la materia che in esse predomina è la keratina, ed hanno per diam. 0mm,022 a 0mm,045, il secondo strato invece è molle, umido e consta di cellule rotonde ed ovali (del diam. di 0mm,007 a 0mm,011) con contorno dentellato (*f. 8*) e con un nucleo distinto, più con un pigmento giallo-bruno (1) granulare o diffuso, il quale abbonda nella razza etiopica e diviene più intenso nello strato di cellule oblunghe od ovoidali, che tocca il derma; fra lo strato corneo ed il mucoso, che si possono facilmente distaccare nel vivo coi vescicatorii e nel morto

(1) Questa leggiera colorazione giallietta coprendo il rosso del derma, che è tutto irrorato da sangue, dà luogo a un misto fra rosso e giallo, che è il colore *carneo*.

colla macerazione, non si trova un passaggio rapido riguardo alle forme delle cellule, ma un passaggio graduato, cioè le cellule rotonde mucose a poco a poco divengono depresse e discoidali, fino a rendersi squamiformi. Fra questi due strati esiste lo strato *lucido*, caratterizzato da cellule epidermiche rotonde, nucleate e trasparenti. Nella maggior parte dei punti della pelle lo spessore di tutta intera l'epidermide varia fra 0mm,06 e 0mm,13 (*Krause*); questo spessore è massimo, anche nel feto, alle palme ed alle piante.

Il *derma* trovasi ricoperto dall'epidermide; è un tessuto resistente; solido, che contiene numerosi vasi e nervi, ed è costituito da un intreccio di fascetti fibrillari di tessuto connettivo, accompagnato da fibre elastiche e muscolari lisce, e da cellule di tessuto connettivo. Lo spessore del derma varia considerevolmente nei diversi punti del corpo, e può oscillare fra 0mm,4 e 2mm (*Frey*). Il derma cutaneo si distingue in due strati, uno superficiale detto *strato papillare*, ed un'altro profondo detto *strato reticolare*; nel primo strato gli elementi anatomici sono stretti e compatti senza lasciare spazio fra di loro, invece nel secondo sono diradati e lasciano degli spazii ricolmi da pacchetti di cellule adipifere, ovvero dai glomeruli sudoriferi. A questo strato reticolare segue il tessuto *connettivo sottocutaneo*, che risulta di lasco connettivo ordinario, molle, cedevole, ricco di cellule adipifere, di vasi, di nervi e di linfatici.

Le estremità dei *nervi del tatto* si trovano nello strato medio della pelle, cioè nel derma, e proprio nello strato papillare dello stesso; questo strato nel connettersi coll'epidermide non è liscio, ma scabro, cioè presenta tante piccole papille coniche, che s'innoltrano nell'epidermide; di queste *papille* alcune sono *vascolari* e contengono anse vasali *v v* (*f. 115. T. IV.*) sollevate dal fitto reticello capillare del derma, ed altre sono *nervose*, e contengono le estremità ultime terminali dei tubulini nervosi tattili *i i*, le quali sono rappresentate dai così detti *corpuscoli di Meissner* (si possono trovare raramente papille *miste*). « Ognuno di questi corpuscoli, detti pure di *Wagner* (*f. 114*) si presenta ovoidale, lungo 0mm,11 e largo 1mm,045; ed è costituito da una capsula omogenea, e, come si può vedere in una sezione trasversale, da una massa centrale molle, finamente granulosa; nella capsula si osservano molti corpuscoli oblunghi, disposti in senso trasversale od obbliquo sul corpuscolo, i quali gli dánno un'aspetto striato. I tubulini nervosi penetrano nel corpuscolo al numero di 1 o 2 (di raro 3 o 4); essi sono sottili e provvisti di nevrilemma con poca sostanza midollare; questo nevrilemma si continua colla capsula, ed il cilindrasse penetrato con decorso flessuoso, non si sa come termina, cioè se ad ansa, se in cellule o nuclei nervosi, se nei corpuscoli oblunghi trasversali della capsula ec. (*Frey*) ». Le papille tattili trovansi in tutta la pelle, però presentano diversa grandezza, confluenza e disposizione secondo le varie ragioni; così le più grosse (diam. longitudinale fra 0mm,13 a 0mm,2) e stivate trovansi alle palme ed alle piante, e precisamente

ai polpastrelli delle dita, ove sono disposte in serie parallele, sulle quali corrispondono appunto le creste parallele e concentriche dell'epidermide, invece le più piccole e diradate sono lunghe 0mm,04 a 0mm,02 e si trovano alla faccia, al petto, agli arti, al dorso, alle natiche ec., insomma là dove la sensibilità tattile è meno squisita od è molto ottusa. *Meissner* ha trovato 108 corpuscoli tattili in 400 papille cutanee, comprese in 2mm quadrati di pelle sul polpastrello; ne ha trovato 40 nella pelle della seconda falange, 15 nella prima falange, e 18 nella palma della mano.

I nervi tattili sul loro decorso, massime nel connettivo sottocutaneo delle palme e delle piante e nel connettivo della faccia flessoria delle dita, presentano aderenti i così detti *corpuscoli del Pacini* (scoperti prima da *Vater* nel 1741), i quali sono grossi, ellittici, del diam. di 1mm,127 a 2mm,25, sono bianchi, semitrasparenti, ed alquanto duri (si trovano pure sul decorso dei plessi del simpatico, massime nel mesenterio del gatto); ciascun corpuscolo (*f. 116. T. VIII*) consta di un'involucro di connettivo, molto spesso, a capsule concentriche, cosperso di corpuscoli oblunghi, e tapezzato internamente da un sottile epitelio simile ad un mosaico (*Hoyer*); nel mezzo trovasi una cavità canaliculare nella quale penetra un grosso tubulino nervoso midollare, di cui mentre il nevrilemma si salda colle capsule, la sostanza midollare penetra anch'essa nella cavità, ove il cilindrasse si vede decorrere longitudinalmente come un sottile filo, e terminare in un piccolo rigonfiamento al polo opposto della cavità stessa, rigonfiamento che di recente è stato interpretato per una cellula ganglionare nucleata (*Jacubowitsch* e *Ciaccio*).

Finalmente i nervi tattili in talune mucose terminano coi così detti *corpuscoli di Krause*, come nella congiuntiva oculo-palpebrale, nella mucosa linguale, nel palato molle, nel ghiande, nel clitoride ec.; questi corpuscoli sono grandi ciascuno 0mm,022 a 0mm,045, e constano (*f. 115*) allo esterno di un'involucro trasparente, provvisto di qualche nucleo, ed allo interno di una sostanza molle ed omogenea, nella quale penetrano uno o due tubulini nervosi flessuosi e midollari, i quali si assottigliano, s'intrecciano nel corpuscolo ed i loro cilindrassi terminano in piccoli rigonfiamenti.

Col senso del *tatto* l'uomo avverte il *contatto* degli oggetti e la loro *temperatura*, precisando nel tempo stesso più o meno la parte del suo corpo impressionata. Questo giudizio sulla *località* del corpo impressionata non sempre va esente da errori, anzi solo è esatto per pochi punti, cioè là dove il tatto è squisito, e pel rimanente della pelle l'individuo non indovina mai con precisione il punto impressionato (*eterotopia tattile fisiologica*), facendo errori di millimetri, di centimetri ed anche di qualche decimetro. La *precisione del tatto* adunque è tanto più grande per quanto più l'individuo rivela con esattezza non solo la *località* del corpo impressionata, ma ancora la *forma* e la *temperatura* dell'oggetto; questa precisione in tutto il corpo presenta diversi gradi, di cui i massimi si troverebbero (secondo *Weber*) là dove i circoli tattili sono più ristretti, ed i minimi là dove sono più ampii. In-

tendesi per *circolo tattile* l'area di distribuzione di un nervo tattile, o meglio l'area di distribuzione di un sol tubulino nervoso; tutte le impressioni che avvengono contemporaneamente nell'ambito di quest'area si fondono in una sola, e così l'individuo riceve una sola sensazione. Quest'area varia molto in ampiezza a seconda le varie parti del corpo, e l'ampiezza cresce sempre in ragione inversa della squisitezza del tatto; quindi dall'ampiezza del circolo tattile si può arguire la squisitezza del tatto in una data regione del corpo. I circoli tattili si misurano col compasso, le cui punte, messe ad una certa distanza fra loro, allorchè da *una* incominciano ad essere avvertite come *due*, o viceversa, significa che si sta sul confine di un circolo, e si passa in un circolo vicino, il divaricamento delle due punte indica l'ampiezza del circolo in quella data regione della pelle; così *Weber* ha ottenuto i seguenti risultati in linee, che indicano un'ordine decrescente di sensibilità: apice della lingua 0.5, polpastrelli 1, prolabbi 2, palma della mano e naso 3, dorso della lingua 4, palpebre e dorso delle dita 5, palato duro 6, pianta del piede 7, pomello 8, faccia interna delle labbra 9, fronte e calcagno 10, occipite 12, dorso della mano 14, collo 15, ginocchio 16, natica e dorso del piede 18, regione sternale 20, dorso, spalla, avambraccio e coscia 30. Inoltre circa la distribuzione dei nervi tattili bisogna notare come nella pelle esistano provincie *assolute* e provincie *miste*, le prime contengono la distribuzione di un solo nervo, e le seconde la distribuzione di più nervi insieme (*Türck*); per quanto più miste sono le distribuzioni dei nervi tattili per altrettanto la sensibilità tattile riesce più squisita, val dire che ivi basta una piccolissima apertura del compasso, per avvertire le due punte, cadendo queste contemporaneamente su due nervi e non su di uno, e quindi necessariamente ne debbono risultare due impressioni.

La dottrina dei circoli tattili del Weber lascia qualche dubbio quante volte si pensa che i limiti di questi circoli possono spostarsi, ed ordinariamente restringersi, per varie cagioni, come per l'esercizio, per l'attenzione concentrata, per la sensibilità squisita dell'individuo ec., che rendono molto più perfezionato il tatto. È appunto all'influenza dell'abitudine che bisogna attribuire il fatto segnalato da *Czermack*, che cioè il senso di località sia oltremodo perfezionato nei ciechi (*Wundt*).

L'impressione tattile per essere percepita *distinta* dall'*individuo* bisogna che duri un certo tempo, e che sia separata con intervalli di tempo da altre impressioni; ciò posto: quante impressioni tattili l'uomo può ricevere in un dato tempo? — Per rispondere a questo quesito bisogna avere una ruota dentata, come quella di Savart; è naturale che girando lentamente, l'individuo che tiene il polpastrello sui dentelli, li avvertirà l'uno dopo l'altro; poi girando velocemente, le impressioni dei singoli dentelli sarà meno precisa; ed infine girando velocissimamente, la ruota sembrerà liscia; conoscendo il numero dei dentelli, ed il numero dei giri in un dato tempo, si osserva come il limite massimo del numero delle impressioni in 1" è di 640, e poi, crescendo la velocità, la ruota sembra liscia.

Digitized by Google

Un' oggetto qualunque venendo in contatto della nostra pelle, produce la sensazione tattile, la quale si deve sempre ad una pressione esercitata dall' oggetto sull' epidermide, e da questa poi trasmessa alle papille tattili, ai corpuscoli di Meissner, e quindi alle estremità nervose in essi contenute (1); tutte queste diverse parti sovrapposte sono fra loro in tale relazione di equilibrio, ed in tale tensione che ogni minima pressione, anche un soffio, è capace di scuotere i nervi del tatto; da ciò si deduce che questi nervi saranno tanto più facilmente impressionabili per lievissime pressioni per quanto più si tengono esposti e superficiali, come ad es. le papille della lingua, le creste rilevate dei polpastrelli ec.; nelle superficie estensorie degli arti, nella faccia, nel petto ec. le piccole pressioni si lasciano facilmente percepire non tanto perchè le papille tattili vi si trovano molto esposte, ma quanto perchè ivi la pelle è rivestita da pelurie (*lanuggine*), e l' ufficio di questa si è appnnto di fare avvertito l' individuo della vicinanza di un' oggetto, quantunque questo non avesse toccato ancora la pelle. Ad ogni modo l' individuo, dopo avvertito il contatto dell' oggetto, valuta pure il *grado di pressione* che questo esercita sulla pelle; questa valutazione si fa tenendo le parti in completo riposo (per evitare il senso muscolare, chè in tal caso dal grado di sforzo impiegato si potrebbe arguire il grado di pressione), ed è utile sopratutto nel giudicare la differenza fra due pesi; in tal modo un' uomo può giudicare della lieve differenza di due pesi (ad es. uno di 20 once, e l' altro di once 20 ½), quante volte questi si pongono sulle palme delle sue mani, appoggiate su di un tavolo. Il limite minimo del senso di pressione, cioè il più piccolo peso che la pelle dell' uomo può fare avvertire all' individuo, varia (secondo *Kammler* e *Aubert*) a seconda le regioni, così è di 0gr,002 alla fronte, alle tempia, all'avambraccio, e al dorso della mano, ed è di 0gr,04 a 0gr,05 al mento, al ventre, e al naso; le variazioni individuali poi di questo limite sono considerevolissime (*Wundt*). Quando un' oggetto tocca la pelle e vi opera una certa pressione, questa si continua ad avvertire anche tolto via l' oggetto (impressione secondaria), e ciò perchè le diverse parti della pelle a poco a poco si sollevano e riprendono la loro posizione.

La pelle è capace di essere impressionata pure da stimoli *dolorifici*, oltre ai *tattili;* questi stimoli sono percepiti nello stesso modo come per le altre parti del corpo (il dolore è sempre dolore, nè ci entra il caldo o il freddo, la forma dell' oggetto ec.), però con nna particolarità, cioè colla localizzazione; il dolore nella pelle è sempre localizzato, e ciò perchè lo stimolo dolorifico per giungere ad eccitare nella pelle i nervi di sensibilità generale deve a forza eccitare i nervi del tatto; questo però ha luogo nello

(1) Se la impressione *tattile* non ha luogo in questo modo, riesce *dolorifica*, come quando il derma è più o meno nudo (decorticature, scottature, piaghe, vescicazioni ec.)

stato normale, giacchè in molti casi patologici si trovano individui che avvertono su certe regioni della loro pelle i soli stimoli dolorifici e non già i tattili, trovandovisi completamente abolita la sensibilità tattile. Lo stimolo dolorifico nella pelle, e anche nelle mucose fornite di senso tattile, se è localizzato, non è sempre *precisamente* localizzato, cioè i limiti della pelle *addolorata* non si sanno d'ordinario localizzare e precisare dall'individuo, come i limiti della pelle *toccata;* ciò si spiega ammettendo la *irradiazione nervosa*, val dire che uno stimolo intenso giunto al cervello non si localizza alle sole cellule nervose de' nervi impressionati, ma per la sua tensione si scarica anche alle cellule vicine, e quindi anche altri nervi vengono apparentemente stimolati, ed il dolore si sente sempre più esteso di quello che è in realtà, onde una mola cariata fa sentire il dolore in tutta la metà della bocca corrispondente. Uno stimolo per giungere a dare dolore deve distruggere o ledere la compagine anatomica dei nervi? — Che molti stimoli dolorifici distruggano i nervi è indubitato, ma che sempre li distruggano è falso; infatti un nervo addolorato una volta può essere addolorato molte altre volte di seguito (nevralgie ricorrenti); ed un nervo alla periferia del corpo può dolere, quantunque integro, nel caso che lo stimolo risegga sullo stesso in vicinanza del suo centro.

Sensibilità termica — L'uomo riconosce una impressione come *termica* soltanto fra 10° e 47° *C.*, ed oltre questi limiti la impressione riesce dolorifica; il giudizio sulla temperatura è possibile soltanto fra questi limiti, ed è assai preciso fra 27° e 33° *C.* Quando la pelle presenta la sua temperatura media, che è di circa 18,4 *C.*, si possono apprezzare le variazioni di temperatura di $^1/_3$ e $^1/_5$ di grado (*Wundt*).

I nervi tattili fanno percepire all'individuo le impressioni termiche soltanto per le variazioni di temperatura che hanno luogo nella pelle; variazioni che avvengono tanto per cause esterne (abiti, oggetti, aria), quanto per cause interne (afflusso o mancanza di sangue). La impressione termica non tiene allo stato di calore della pelle, il quale d'ordinario non viene avvertito dall'individuo, bensì alle *variazioni* di temperatura, cioè al riscaldamento o raffreddamento della pelle; così un'individuo può avere le mani fredde e la fronte calda, come in inverno, senza accorgersene, e solo se ne convince allorchè accosta le prime alla seconda, le prime perchè acquistano calore fanno avvertire il caldo, e la seconda perchè perde calore fa avvertire il freddo. È tanto vero che l'impressione termica tiene all'aggiunta o sottrazione di calore dalla pelle, che è sempre necessario un certo tempo per percepire convenientemente tale impressione, laddove che la tattile riesce istantanea; così battendo la mano sull'acqua calda si sente prima l'urto del liquido, e poi dopo un certo tempo l'individuo si accorge di non poter resistere all'influenza dell'elevata temperatura.

La sensibilità termica è diversa nei varii punti del corpo (quantunque

la differenza sia lieve e non raggiunga mai lo stesso grado della sensibilità tattile; è squisita nella lingua, poi nelle palpebre, poi nella faccia, nei polpastrelli, nel dorso della mano (*termotatto*), nelle labbra ec., ed è ottusa al petto, agli arti, al dorso, alle natiche ec.

Il grado dell'impressione termica che riceve l'individuo cresce: 1.° col la temperatura preesistente nella pelle, giacchè se questa era fredda, la sensibilità è attutita, invece se era calda, la sensibilità è squisita, e dippiù perchè il giudizio sulla temperatura degli oggetti non è mai assoluto, ma sempre relativo allo stato termico della pelle; 2.° colla estensione della superficie impressionata, infatti se da un lato immergiamo la mano intera nell'acqua calda, e dall'altro soltanto un dito, la temperatura ci parrà più elevata senza dubbio dal primo lato; 3.° colla concentrazione dei punti calorifici dell'oggetto in un piccolo spazio di pelle; 4.° colla permanenza del contatto fra l'oggetto e la pelle; e 5.° colla buona conducibilità del corpo pel calore, onde a temperatura eguale un pezzo di ferro sembra più caldo o più freddo di un pezzo di legno.

Lo stato termico dei corpi spesso c'inganna sul giudizio del loro peso, giacchè d'ordinario, a parità di circostanze, un corpo caldo sembra più leggiero di un corpo freddo.

Mezzi di protezione dell'organo del tatto — Questi mezzi sono: la *secrezione del sevo cutaneo* e le *appendici cornee.*

Il *sevo cutaneo* è il prodotto delle glandule sebacee della pelle. Le glandule sebacee si trovano in tutta la pelle (ma in minor numero delle glandule sudorifere), tranne alle palme ed alle piante; esse possono essere grandi, come sul naso, ed allora sono pilifere, cioè presso al loro sbocco portano un piccolo pelo di lanuggine, e possono essere piccole, come alle labbra, ed allora appartengono ai follicoli dei grossi peli, onde questi sono glanduliferi.

Ogni glandula sebacea appartiene al tipo acinoso composto, è grossa $0^{mm},2$ a $0^{mm},5$ ed anche 1^{mm}, e risulta di un dotto escretore corto e largo, il quale si origina da più saccocce e fondo cieco (rare volte da un solo fondo cieco) allogate nello spessore del derma; ciascuna di queste saccocce, grossa $0^{mm},04$ a $0^{mm},2$ (*f. 83. T. III*), si compone di un delicato involucro di connettivo, cui segue allo interno una membrana propria, omogenea, basamentale, e più indentro ancora le cellule epiteliali secretrici, poliedriche, grosse e molto stivate; queste cellule restano nel mezzo una cavità, ripiena di materiale sebaceo, pronto ad uscire, che rappresenta il detrito della metamorfosi adiposa delle cellule di secrezione, le quali possono presentarsi o con contenuto albuminoideo, o con piccoli granuli adiposi, o con gocciole di materia grassa, o finalmente tutta la cellula può essere ricolma di materiale grasso, nel qual caso l'elemento è prossimo a disfarsi ed a cedere il suo contenuto. Queste glandule sono munite di uno scarso reticolo vasale.

Il *sevo cutaneo* è una materia bianco-gialliccia, densa, cremosa, liquida

alla temperatura del corpo, e che tiene tutt' i caratteri dei corpi grassi; al microscopio presenta granuli e gocciole di grasso, cellule epiteliali ancora intatte od in via di metamorfosi adiposa, qualche volta dei cristalli di colesterina, squamelle cornee, e nei casi in cui il sevo ha molto ristagnato nella glandula (come per oppilazione del suo dotto escretore) può presentare anche un piccolo acaro, detto *Acarus folliculorum*. L'analisi chimica su 1000 parti di sevo cutaneo secco ha trovato: stearina 242, osmazoma con tracce di elaina 126, ptialina 116, albumina (o caseina) mescolata ad un altra materia indeterminata 242, fosfato di calce 200, carbonato di calce 21, carbonato di magnesia 16, cloruro di sodio 37 (*Esenbech*).

Si conoscono tre varietà di sevo cutaneo, cioè: 1.ª il sevo cutaneo propriamente detto, 2.ª la vernice caseosa dei neonati, e 3.ª lo smegma del prepuzio.

Gli ufficii del suo cutaneo nell'adulto si riducono a mantenere morbida, cedevole ed untuosa la pelle, onde le impressioni tattili riescano squisite, opera da cosmetico naturale dei peli, come pure serve a proteggere la pelle dall'azione di sostanze irritanti, non che ad impedire l'assorbimento di materie velenose.

L'organo del tatto è protetto anche dal *rivestimento corneo*, appartenente all'epidermide, le cui cellule superficiali cadono sempre per l'attrito cogli oggetti esterni, e sempre si rinnovano per riproduzione delle cellule degli strati profondi. L'epidermide nell'uomo presenta due appendici, quali sono i *peli* e le *unghie*.

I peli sono appendici epidermoidali filiformi, si presentano più o meno grossi e lunghi nelle varie regioni della pelle, in alcune delle quali possono pure mancare. Nel pelo bisogna distinguere il *corpo* e la *radice;* il primo è libero, la seconda è impiantata nella pelle e precisamente in una saccoccia tubulare di quest' ultima, detta *follicolo pilifero* (*f. 118. T. IV*), la radice termina col così detto bulbo, il quale mediante una escavazione comprende la papilla nutritiva che si eleva dal fondo del follicolo. Il follicolo pilifero è sempre obbliquo nel derma, e nei peli grossi raggiunge pure il connettivo sottocutaneo; esso porta un fascettino di fibro-cellule muscolari destinato ad eriggere il pelo, onde è detto *m. arrector pili*. La papilla che sorge dal fondo del follicolo è costituita da connettivo e vasi, è ricoperta da cellule epidermoidali giovani, e serve a nutrire il pelo. L'epidermide coi suoi due strati, corneo e mucoso introflettendosi nel follicolo, costituisce attorno alla radice del pelo due guaine cellulari, interna ed esterna. Nel pelo poi propriamente detto, riguardo alla struttura intima si distinguono una *cuticola* allo esterno, un *tessuto fibroso* nel mezzo, ed una *midolla* allo interno (*f. 119. T. IV.*); la prima è sottilissima e consta di squamelle trasparenti messe le une appresso alle altre, o meglio riunite appena ad embrice, che si staccano per la macerazione nella potassa; il secondo ha un certo spessore e consta di fibre lunghe e piatte, risultanti da cellule fusiformi, nucleate e pigmen-

Digitized by Google

tate, addossate frà loro; la terza infine si alloga nell' asse del pelo e risulta di cellule rotonde o poliedriche nucleate e pigmentate, le quali disseccandosi nella vecchiezza dánno facile accesso all' aria, ed il pelo allora si presenta come un tubulino di vetro.

I peli grossi servono a proteggere la pelle, e quelli piccoli di lanuggine servono a rendere più squisito il tatto.

Le *unghie* sono lamine cornee, dure, elastiche, impiantate in una ripiegatura semicircolare della pelle, che ricopre la faccia dorsale delle ultime falangi. L' unghia presenta una faccia superficiale liscia, ed una profonda scabra o scannellata, la quale s' ingrana con la porzione papillare del derma sottostante, che ivi prende il nome di *letto* o *matrice* dell' unghia (*f. 120. T. IV.*); lo strato profondo dell' unghia, che risulta di cellule rotonde e nucleate è più molle, e corrisponde allo strato mucoso dell' epidermide; invece lo strato superficiale, che risulta di cellule piatte a mo' di squamelle compatte, resistenti e trasparenti, corrisponderebbe, secondo molti Autori, allo strato lucido.

Le unghie servono a proteggere la pelle delle ultime falangi, e nel tempo stesso a perfezionare il tatto dei polpastrelli.

§ 2.° — *Gusto.*

È quell' organo di senso pel quale l' individuo avverte i *sapori*, cioè le impressioni sapide; i suoi ufficii principali sono due, cioè: 1.° guidare l' individuo nella scelta dell'alimento, rendendolo in pari tempo piacevole, e 2.° provocare la fuoriuscita dei liquidi digerenti nel cavo orale dalle corrispondenti glandule. Quest' organo risiede nel cavo orale, e propriamente nella mucosa della lingua; i suoi limiti però non sono precisi, e la difficoltà di determinarli dipende dal doppio fatto anatomico, che nella lingua trovasi una sensibilità tattile squisitissima, oltre la gustatoria, e che l' organo dell' odorato trovasi vicinissimo a quella del gusto; per tali ragioni un' individuo non prevenuto può credere gustatorie certe regioni della sua bocca sol perchè le sostanze che le hanno toccate hanno prodotta una impressione tattile od olfattiva. Ciò non per tanto con ripetute ricerche si è visto che le principali regioni della mucosa orale destinate ad avvertire i sapori sono sopratutto la base ed i bordi della lingua, e poi in secondo grado la faccia anteriore ed il bordo del palato molle, ed il resto della lingua nella sua parte anteriore; tutte le altre parti della bocca non sono capaci di fare avvertire i sapori.

Quali sono i *nervi del gusto?*

La lingua riceve tre nervi, uno di moto, l'*ipoglosso* che ne anima i muscoli, e due altri rami di senso, cioè il *linguale del glosso-faringeo* ed il *linguale del trigemino*, il primo si spande alla mucosa della base e dei bordi,

ed il secondo alla mucosa dell'apice; le branche linguali del glosso faringeo sono fornite di piccoli ganglietti microscopici, come li ha descritti *Remak*, e secondo *Schiff* anche i ramuscoli del linguale del trigemino ne sarebbero provvisti (*Frey*). La recisione dell' ipoglosso in entrambi i lati apporta paralisi della lingua, senza lederne la sensibilità tattile e gustativa; la recisione del linguale del trigemino apporta soltanto la perdita della sensibilità tattile squisita e della poca sensibilità gustativa all' apice della lingua, per modo che gli animali mangiano impunemente sostanze amare, ma queste giunte sulla base della lingua nella deglutizione, destano subito la nausea ed il vomito; infine la recisione del ramo linguale del glosso-faringeo apporta perdita della poca sensibilità tattile e della squisita sensibilità gustativa nella mucosa della base e dei margini della lingua, per modo che gli animali così operati deglutiscono impunemente le sostanze amare e nauseose. Quindi se l' ipoglosso è soltanto nervo motore della lingua, dei due linguali quello del glosso-faringeo presiede alla sensibilità gustativa, e quello del trigemino alla squisita sensibilità tattile della lingua, la prima allogata alla base ed ai bordi, e la seconda all' apice; con ciò non si nega una lieve sensibilità tattile al glosso-faringeo nella base della lingua, ed una scarsa sensibilità gustativa al trigemino nell' apice. Questa poca sensibilità gustativa all' apice della lingua, secondo molti Autori, non si deve proprio al ramo linguale del trigemino, ma alla *corda del timpano* che vi si congiunge, giacchè tagliando la corda prima che si unisca al trigemino si ha perdita di sensibilità gustativa e non tattile all' apice della lingua (*Lussana*); e dippiù se si taglia il linguale del trigemino al di sopra della sua anastomosi colla corda del timpano, il gusto non viene sensibilmente alterato all'apice della lingua (*Stich, Neumann*). Sembra pertanto che un certo numero di tubulini gustativi si trovino nello stesso linguale, giacchè *Schiff* ha constatato che, dopo la sezione della corda e del glosso-faringeo, il gusto negli animali operati non si trova completamente abolito (*Wundt*). Conchiudendo: il nervo che presiede sopratutto al gusto è il glosso-faringeo; il linguale del trigemino gli viene soltanto in aiuto (*Wundt*).

La mucosa linguale presenta tre specie di papille, cioè *coniche* e *fungiformi* per tutta la superficie della lingua, e *circumvallate* soltanto alla base della stessa; nelle papille coniche e fungiformi (*f. 190*) i nervi (a preferenza *tattili*) terminano in corpuscoli di Meissner o di Krause, invece nelle papille circumvallate si notano, come terminazioni specifiche dei nervi gustativi, alcune cellule ovali, nucleate ed aventi un ciglio o bacillo sporgente immezzo alle cellule epiteliali cilindriche, ciò si osserva bene nella rana (*Key*).

Lo stimolo adeguato per i nervi gustativi sono appunto le *sostanze sapide*, le quali per eccitarli debbono essere *disciolte* nei liquidi del cavo orale, e debbono toccare la mucosa *netta* e non inverniciata. L' *intensità* dell' impressione sapida tiene: 1.° alla natura della sostanza, giacchè mentre alcune sostanze debbono essere concentrate, altre possono essere diluitissi-

me, come il sale comune fino a 0,5 p. 100 di acqua, lo zucchero fino all' 1 p. 100, il solfato di chinina fino a 0,003 p. 100 e l'ac. solforico fino a 0,001 p. 100; 2.° è in ragione diretta della durata dell' impressione; 3.° dell' ampiezza della superficie impressionata; 4.° del grado di sensibilità della regione toccata; e 5.° dell' agitazione della sostanza sulla mucosa.

Il sapore di una sostanza non tiene alle proprietà chimiche della stessa, così la chinina ed il solfato di magnesia sono entrambi amari, lo zucchero e l' acetato di piombo sono entrambi dolci. Anche gli stimoli non adeguati dànno una sensazione sapida, così la corrente galvanica applicata sulla lingua dà un sapore acido al polo positivo ed un sapore alcalino più debole al polo negativo; queste sensazioni peraltro non sono dovute alla decomposizione elettrolitica dei liquidi del cavo orale, tanto che si ha il sapore acido al polo positivo anche ponendo (come faceva Volta) in contatto di quest' ultimo un liquido alcalino per neutralizzare l'acido prodotto dalla elettrolisi.

Quanti sono i *sapori?*—I *veri sapori primitivi* si possono ridurre a quattro, cioè *dolce, amaro, acido* e *salato;* tutto il resto dei nomi dei varii sapori, che si sogliono dare alle varie sostanze, non sono altro che o *sapori composti,* o confusione d'impressioni gustative colle tattili ed olfattive (ad es. *piccante, caustico, nauseoso, aromatico,* ec.). I sapori *acido* e *dolce* sono avvertiti meglio dall' apice e dai bordi della lingua, invece il *salato* e l'*amaro* dalla base; ciò porta ad una conseguenza, che cioè alcune sostanze presentano un sapore diverso secondo che toccano l'apice o la base della lingua, così ad es. l'acetato di potassa sull'apice è acido e sulla base è amaro. I quattro sapori primitivi non sono percepiti tutti nello stesso tempo dalla fatta impressione; prima si sente il salato, poi il dolce, poi l' acido e poi l' amaro (*Schirmer*).

Fatta una impressione sapida, rimane all'individuo per un certo tempo una sensazione secondaria, e solo così si rende possibile il grato accordo dei cibi e dei loro sapori.

§ 3.° — *Olfatto.*

Le clave nervose olfattorie emanano con due radici, ciascuna dall'emisfero cerebrale corrispondente, e sono costituite da tubulini midollari ed amidollari, da piccole cellule nervose e da nuclei di nevroglia. Queste clave giunte sulla lamina cribrosa dell' etmoide dànno molti rami, i quali scendono nell' alto delle cavità nasali, decorrono nel connettivo sottomucoso e terminano proprio nella mucosa della regione olfattiva. La *mucosa olfattiva* che riveste i due cornetti superiori e circa la metà superiore del setto, si differenzia dal resto della mucosa nasale (*membrana di Schneider*) per avere un pigmento granuloso giallastro negli strati profondi del suo epitelio, per avere glandule mucipare tubulari, bozzute e pigmentate (*glandule di Bowman*) e non a grappolo e trasparenti come nel resto della mucosa (*f.121.T.V*), e per avere un'epitelio a cellule cilindriche e non vibratili (come quelle della

Digitized by Google

regione respiratoria e dei seni), le quali poggiano su di una membrana basamentale, e dánno dei processi canaliculati alla tunica sottomucosa. Fra le cellule cilindriche epiteliali se ne trovano alcune ovali o fusiformi, nucleate e bipolari (*cellule olfattive*, *f. 122*), di cui il polo interno si continua con un tubulino nervoso olfattivo sottile e varicoso, e l'esterno con un bastoncino diritto che va a sporgere fra le cellule epiteliali cilindriche ed è libero nell'aria dell'alto delle cavità nasali; nella rana questo bastoncino porta un ciuffetto di ciglia vibratili molto lunghe.

Lo stimolo adeguato sull'organo dell'olfatto, cioè sulla mucosa olfattiva, sono appunto le sostanze odorose, che dovendovi giungere per l'*aria* debbono avere lo stato aeriforme (onde i corpi volatili sono per lo più odorosi), ed è impossibile avvertire odori avendo le cavità nasali piene di acqua o di altro liquido, nel quale stieno sciolte le sostanze odorose; anche l'aria troppo umida rende le sensazioni olfattive poco precise.

Per avvertire l'odore di una sostanza bisogna inspirare *per le narici* (1) l'aria a tratti (*fiutare*), e bisogna mantenere l'aria in moto nelle cavità nasali, giacchè si può tenere sotto del naso qualunque sostanza odorosissima (canfora), senza avvertirne l'odore, quante volte non si fa muovere l'aria. Quando questo movimento libero dell'aria è impedito, p. e. nel catarro nasale che porta la tumefazione della mucosa del cornetto inferiore, non possono aver luogo le impressioni odorifere (*anosmia* passaggiera).

Il nervo olfattivo si stanca molto presto; quando un'odore opera per un certo tempo, la sua azione s'indebolisce a poco a poco, e termina per non essere più percepita. Allorchè molti diversi odori operano simultaneamente su di una sola cavità nasale, l'individuo riceve una sensazione mista; invece quando due odori soltanto operano, l'uno sulla metà destra della mucosa olfattiva e l'altro sulla metà sinistra, non si ha più mistione delle due sensazioni olfattive, ma alternativa fra le due sensazioni, val dire che l'individuo un poco avverte un'odore, ed un poco l'altro odore (*Wundt*).

L'*intensità* dell'odore tiene a tre fattori: 1.° alla qualità della sostanza (muschio, castoreo, aglio, cannella ec.); 2.° alla quantità della stessa, per cui certe sostanze anche ridotte in tenuissima quantità, possono nondimeno dare odore, come gli olii volatili, il muschio ec.; 3.° allo sviluppo della mucosa olfattiva in estensione, che dipende dallo sviluppo dei cornetti, onde l'odore riesce più intenso pei mammiferi che per l'uomo, e più per la razza etiopica ed americana, che per la caucasica e mongollica.

Dalle impressioni veramente olfattive bisogna distinguere le gustative e molto più le tattili od irritative sulla mucosa nasale, ad es. l'irritazione che produce l'ammoniacá fa dire impropriamente che questa sostanza tiene

(1) L'aria espirata per la dietro-cavità delle fosse nasali, qualunque possa essere la sua ricchezza in materie odorose, non produce alcuna impressione attraversando le fosse nasali (*Küss*).

cattivo odore, ed un cane od un coniglio colle due clave olfattive recise si scuote sempre per i vapori di ammoniaca e li rifiuta, giacchè questi irritano la mucosa schneideriana animata dalla 2.ª branca del trigemino.

L'organo dell'olfatto rappresenta una sentinella avvanzata per le funzioni di respirazione ed alimentazione.

§ 4.° — *Udito.*

L'*organo dell'udito* nella sua massima semplicità è rappresentato da una membranella tesa a mo' di tamburo, nel fondo di un tubo ad imbuto aperto alla superficie del corpo, questa membranella è atta a vibrare allorchè vibra l'aria esterna, ed allo interno essendo unita ad una vescicola piena di liquido, sulle cui pareti si diramano appunto i nervi acustici, questi vengono scossi ogni qual volta vibra l'aria, e con essa la membranella, la parete ed il contenuto della vescicola acustica (*f. 191*).

Anatomia dell'organo dell' udito—Quest'organo nell'uomo è molto complicato, e si divide in 3 parti, che sono l'*orecchio esterno*, il *medio* e l'*interno*; il primo è costituito dal padiglione e dal condotto acustico esterno, il secondo dalla cassa del timpano e dalle sue appendici ed il terzo dal laberinto.

Il padiglione ha uno scheletro di cartilagine reticolata od elastica, ricoperta dal pericondrio, e questo è ricoperto dalla pelle; il padiglione è variamente modificato nella sua forma, in modo da raccogliere da ogni verso le onde sonore e dirigerle nel condotto acustico esterno, dippiù esso nell'uomo può eseguire tre sorta di movimenti leggerissimi e spesso insensibili (cospicui nei mammiferi), cioè portarsi in sopra, in dietro ed in avanti, e ciò per i muscoli auricolari superiore, posteriore ed anteriore. Il condotto acustico esterno ha uno scheletro allo infuori cartilagineo (continuazione del padiglione), ed allo indentro osseo, è tapezzato internamente dalla pelle, la quale presenta le glandule ceruminose, tubulari semplici, aventi il fondo cieco aggomitolato al pari delle glandule sudorifere. Queste glandule si trovano nella pelle che copre la porzione cartilaginea del condotto acustico esterno, sono numerose ed hanno un glomerulo grosso $0^{mm},2$ a $1^{mm},4$; il dotto escretore è corto e diritto, e le cellule epiteliali del glomerulo sono piene di grasso e di pigmento brunastro. Il *cerume* è un liquido, denso, amaro, ricco di grasso, con cellule epidermoidali e con granuli pigmentali, più con una materia gialla, solubile nell'alcool e di sapore amaro (*Berzelius*). Questo umore, assieme ai peli del condotto (*tragi*), rappresenta un mezzo di protezione dell'organo dell'udito.

La *cassa del timpano* presenta una parete esterna costituita dalla membrana del timpano, ed una parete interna, su cui si scorge il promontorio

nel mezzo, ed allo indietro di questo la finestra ovale in sopra e la finestra rotonda in basso; la finestra ovale è chiusa anch' essa da un piccolo timpano, e fra questo e la grande membrana del timpano si estende una catena di quattro ossicina, articolate mobilmente fra loro, che dall' esterno all' interno sono, il martello, l' incudine, l' osso lenticolare e la staffa (negli uccelli e rettili le 4 ossettina sono rappresentate da un solo a mo' di bastoncino esteso fra i due timpani); il martello trovasi col suo lungo manico attaccato al grande timpano, e la staffa colla sua base poggia sul timpano della finestra ovale; un piccolo muscolo fissandosi al lungo manico del martello riesce nella sua contrazione a tendere in dentro la grande membrana del timpano, ed un'altro muscoletto più piccolo fissandosi alla staffa, infossa colla sua contrazione la base di quest'ultima nel timpano della finestra ovale. La cavità del timpano comunica allo indietro colle cellule mastoidee, ed allo innanzi mediante la tromba di Eustachio comunica colla dietrobocca, dalla quale riceve l' aria. Tutta questa cassa e le cavità accessarie sono tapezzate da una mucosa sottile, ma molto vascolare; l' epitelio, che è sempre vibratile, si presenta cilindrico nella tromba e pavimentoso nella cassa del timpano e nelle cellule mastoidee. La membrana del timpano è costituita da una lamina fibroso-elastica nel mezzo a fibre radiali e circolari, tapezzata allo esterno da una sottilissima epidermide ed allo interno da epitelio pavimentoso non vibratile.

Il *laberinto* presenta a prima giunta una cavità detta *vestibolo*, nella quale si penetra appunto dalla finestra ovale; questo vestibolo per una cresta semilunare rilevata viene diviso in una cavità emisferica ed in un'altra emiellittica. Nella parete del vestibolo, che è molto spessa e dura (rocca del temporale), sono scavati tre *canali semicircolari*, i quali si aprono ciascuno con due orificii nello stesso vestibolo; gli sbocchi però di questi tre canali sono cinque pel fatto due di essi si fondono in uno. Questi canali prima di aprirsi nel vestibolo si dilatano in ampolle. Dallo stesso vestibolo si va in un'altra appendice che è la *coclea*, la quale rappresenta un canale conico avvolto sopra sè stesso per due volte e mezzo, come una lumaca; l'entrata nel canale è dal vestibolo, però questo canale avendo un setto mediano trasversale, che lo divide in due scale o rampe, così è che dal vestibolo si può entrare soltanto nella scala superiore o vestibolare; invece nella scala inferiore o timpanica si penetra per un' apertura della cassa del timpano, cioè per la finestra rotonda, chiusa anch' essa, come la finestra ovale, da un piccolo timpano. Le due scale della coclea comunicano fra di loro mediante una piccola apertura (elicotrema), situata all' apice del canale doppio.

Tutte queste parti del *laberinto osseo* sono riempiute da sacchettini membranacei (che costituiscono il *laberinto membranaceo*, la cui forma corrisponde esattamente a quella del laberinto osseo) contenenti l'*endolinfa*, cioè dell' acqua che trasuda dai capillari delle stesse pareti membranacee, le quali rimanendo discoste dalle pareti ossee della cavità, lo spazio che intercede

viene ricolmo da un po' di liquido, detto *perilinfa*. La parete dei sacchettini è fatta da sottilissimo connettivo elastico allo esterno e da epitelio pavimentoso allo interno, fra le cui cellule trovansi molti cristalli di carbonato calcare detti *otoliti* (*f.123.T.V*), i quali si trovano colletti sopratutto in un punto de' sacchettini del vestibolo, e sono grandi da 0mm,002 a 0mm,009 (*Frey*).

Il nervo acustico, i cui tubulini sono in gran parte sottili e trasparenti con piccole cellule ganglionari, penetrato nel canale acustico interno, si divide in due branche, la *vestibolare* e la *cocleare;* la prima penetra nel vestibolo e si sfiocca sulle pareti dei sacchettini, sopratutto sulle ampolle dei canali semicircolari, e proprio in una cresta giallastra elevata (*septum nerveum*), che si trova nelle medesime; ivi i tubulini terminano probabilmente in cellule nervose ovoidali, munite di un ciglio che sporge liberamente nella endolinfa (1), ed interposte a cellule cilindriche giallastre epiteliali (*f. 124. T. V*). La branca nervosa *cocleare* raggiunge la base della coclea e penetra nel modiolo, cioè nel canale che costituisce l' asse della coclea; ivi giunto dà dei tubulini trasversali, che per certi forellini raggiungono il sepimento divisorio fra le due rampe, e terminano in quest' ultimo con un' organo speciale. Il sepimento in prossimità del modiolo è osseo, pel resto è membranoso; la porzione membranosa risulta di due lamine, una superiore verso la *rampa vestibolare*, ed una inferiore verso la *rampa timpanica;* fra queste due lamine discostate trovasi la *rampa media*, in cui appunto penetrano gli ultimi tubulini del nervo acustico (*f.125.T.V*), i quali terminano in due serie di cellule nervose, di cui ciascuna sottostà ad un particolare dente o molla piegata leggermente ad ∞ (*fibre* o *denti* di *Corti*); queste cellule nervose vengono eccitate dall' abbassarsi che fanno i denti, i quali sono sempre tesi ed elastici, e l' abbassamento viene determinato dalle vibrazioni della endolinfa della scala vestibolare della coclea, e quindi dai tremiti della membrana che li sovrasta.

Fisiologia dell'organo dell'udito — Le onde sonore raccolte dal padiglione ed avviate pel condotto acustico esterno giungono sulla membrana del timpano, questa viene tesa, oscilla, e con essa oscillano le ossicina e quindi il timpano della finestra ovale (*f. 192*), da quest' ultima membrana le oscillazioni vengono comunicate alla perilinfa del laberinto, alle pareti dei sacchettini, alla endolinfa, agli otoliti, e finalmente ai nervi (gli otoliti servirebbero a temperare le ondulazioni delle pareti dei sacchettini (?). Dal vestibolo si propaga l' oscillazione al liquido della scala vestibolare della coclea, la membrana di Corti oscilla anch'essa, i denti si abbassano, comprimono le cellule e così i nervi vengono impressionati. Nella scala vestibolare può stabilirsi pure una ondulazione dall'apice alla base della coclea,

(1) Questo ciglio o bastoncino secondo *Schultze* sarebbe la continuazione del cilindrasse del tubulino nervoso unito alla cellula ovale.

pel fatto che l'aria urtando contro il piccolo timpano della finestra rotonda produce una oscillazione nella scala timpanica della coclea, e da questa l'oscillazione per l'elicotrema può passare nella scala vestibolare e scorrere sui denti dell'organo di Corti come il dito sulla tastiera del pianoforte.

Se si pone a nudo la cassa del timpano e si comprime la staffa contro la finestra ovale si vede subito sporgere nella stessa cassa il timpano della finestra rotonda. Se si fa penetrare un piccolo tubo manometrico nel laberinto membranoso, si noterà uno squilibrio nel manometro ad acqua sempre che si fa variare la pressione nell'orecchio esterno e molto più nella cassa del timpano; infatti *Politzer* ha trovato che allorquando l'aria veniva condensata nella cassa del timpano per la via della tromba, l'acqua del piccolo manometro innestato al laberinto montava di $1^{mm},5$ a 3^{mm}; quando al contrario l'aria veniva condensata nel condotto auditivo esterno, e la tromba rimaneva libera, la pressione non era che di $0^{mm},5$ a 1^{mm}, anzi questa pressione scendeva a circa $0^{mm},2$ allorchè veniva tagliata l'articolazione fra l'incudine e la staffa; lo stesso Autore constatò una elevazione nella pressione allorchè il muscolo tensore del timpano veniva messo in contrazione per stimolazione del trigemino (*Wundt*).

Oltre alla trasmissione del suono per la cassa del timpano, i nervi acustici possono essere eccitati da vibrazioni trasmesse attraverso le ossa del capo, come ad es. poggiando un oggetto sonoro sui denti; in tal caso, i solidi conducendo il suono meglio che i gas, le impressioni riescono molto più intense.

L'uomo col suo udito distingue il *suono* dal *rumore;* il primo è prodotto da vibrazioni regolari ed isocrone dei mezzi oscillanti; ed il secondo da vibrazioni irregolari ed eterocrone degli stessi mezzi; dippiù egli distingue *tutti* i suoni musicali, e ciò potendo giudicare della loro *altezza*, della loro *forza* e del loro *timbro;* la prima tiene alla durata delle vibrazioni e quindi al numero delle stesse nella unità di tempo, per modo che il suono cresce in altezza secondo che questo numero aumenta; la seconda tiene all'ampiezza delle vibrazioni ed è in ragione diretta della stessa; infine il terzo è dovuto alla forma delle vibrazioni, che è varia pei diversi istrumenti sonori e che dipende dalle vibrazioni secondarie od accessorie che accompagnano il *tuono semplice* fondamentale, e che dipendono dalla convibrazione delle diverse parti dell'istrumento, concertate in modo da rendere il *tuono composto* o *suono*. Generalmente si ammette che mentre le ciglia delle ampolle, appartenenti ai canali semicircolari, sieno destinate a far percepire la intensità del suono in generale ed il rumore, i denti della coclea invece sieno gli organi destinati a far percepire la diversa altezza e timbro del tuono, giacchè le prime sono in condizioni tali da essere soltanto scosse, ed i secondi invece per la loro disposizione sono capaci di oscillare regolarmente (1).

(1) Queste oscillazioni però non possono durare a lungo, pel fatto che la persi-

In questa ipotesi bisogna supporre che i diversi denti del Corti non sieno tutti *accordati* nello stesso modo, e che dato un suono nell'aria, quantunque tutti i denti oscillano, pure soltanto pochi sono capaci di mettervisi all'unisono; questo fatto, aggiunto allo sterminato numero di denti che esistono nella coclea (3000 per la coclea dell'uomo — *Kölliker*), ci spiega la finezza e l'estensione dei diversi tuoni che noi possiamo percepire, tanto che, secondo *Helmholtz*, ad ogni semi-tuono della scala musicale corrisponderebbero circa 33 ¼ denti di Corti.

« Supponete una serie di coristi fatti secondo tutte le note e frazioni di note della scala musicale, ed adattati ciascuno sull'estremo di un tubulino della branca nervosa cocleare; in tal caso ogni vibrazione trasmessa alla perilinfa influirebbe soltanto sul corista capace di vibrare con essa in accordo o all'unisono, laddove che gli altri coristi resterebbero assolutamente o relativamente indifferenti a questa vibrazione; in altri termini, la vibrazione darebbe luogo alla sensazione di un suono speciale, e non di altri suoni, e ciascuna nota musicale sarebbe rappresentata da una impressione distinta sul sensorio comune » (*Huxley*).

Il limite inferiore dei suoni percettibili al nostro orecchio corrisponde presso a poco a 30 vibrazioni al 1", e il limite superiore a 36000 vibrazioni; la finezza delle nostre sensazioni acustiche è tale che, secondo *E. H. Weber*, i musici esercitati possono sentire ancora delle differenze nell'altezza dei tuoni, di cui il numero delle vibrazioni sarebbe : :1000:1001 (*Wundt*). Il giudizio sull'altezza del tuono può esser dato pure dall'individuo per un'altro fatto, cioè per il senso di accomodazione della membrana del timpano, ovvero per lo sforzo del m. tensore di questa membrana, che cresce coll'altezza del suono (*E. Mach*), dovendosi essa tendere molto per i suoni alti, e poco per i bassi.

L'individuo finalmente può rendere altri due giudizii sul suono, val dire la *distanza* e la *direzione*, il primo giudizio è imperfetto, e solo è possibile quando il suono è noto, invece il secondo è d'ordinario sufficientemente esatto, e richiede due mezzi, cioè le due membrane dei timpani ed i due padiglioni. La membrana del timpano ci avverte che il suono si produce fuori di noi, nell'aria, giacchè riempiendo di acqua il condotto acustico esterno ed impedendo al timpano di vibrare, i tuoni o rumori si percepiscono forti ed intensi come se si producessero proprio entro l'orecchio, e ciò perchè in tal caso il suono non si può trasmettere al laberinto altro che per le ossa del cranio. I due timpani ci dicono poi se il tuono viene da destra o da sinistra, giacchè quando uno di essi si trova proprio di rincontro al cammino delle onde sonore, allora è il momento che vibra con mag-

stenza dell'impressione acustica è brevissima, e per taluni non è ammissibile, potendosi anche nei trilli molto rapidi distinguere l'uno dall'altro tutt'i tuoni che li compongono (*Wundt*).

giore intensità. I due padiglioni, per la riflessione delle onde sonore che vi si produce, ci fanno giudicare se il suono viene d'avanti o da dietro di noi; quando i padiglioni sono solidamente fissi contro la testa il giudizio sulla direzione diviene difficile ed impossibile, come al contrario diviene facilissimo se i padiglioni sono molto mobili (mammiferi); questo giudizio può essere completamente invertito quando al padiglione naturale si sostituisce un padiglione artificiale più grande e con disposizione inversa alla forma naturale. Noi sentiamo d'ordinario più distinto il suono che ci viene d'avanti, perchè in questa direzione vengono meglio raccolte le onde sonore (*Wundt*).

§ 5.° — *Vista.*

L'*organo della vista*, cioè l'*occhio*, è costruito sul principio della *camera oscura*, in cui la lente collettiva riunisce sul fondo, che è impressionabile soltanto dalla luce, una immagine impiccolita e capovolta degli oggetti esterni.

Anatomia dell'occhio — L'occhio risulta di tre capsule concentriche, cioè la *sclerotica*, la *coroidea* e la *retina*, e di un contenuto rappresentato dall'umore *acqueo*, dal *cristallino* e dal *vitreo*.

La prima capsula od esterna dell'occhio è *opaca* in tutte le sue parti, tranne in un piccolo segmento anteriore, ove è *trasparente;* la porzione opaca dicesi *sclerotica* e la trasparente *cornea*. La *sclerotica* risulta di connettivo fibroso con molti fasci o funicoli, decorrenti prevalentemente alcuni dalla guaina del nervo ottico fino al margine della cornea, ed altri in direzione incrociata coi primi; dippiù la sclerotica presenta delle fibrille elastiche intrecciate, e colla ebollizione dà la gelatina; la *cornea* invece risulta di connettivo trasparente, val dire la sostanza intercellulare si dispone a lamelle sovrapposte trasparenti, le quali colla ebollizione dánno la condrina, e comprendono fra loro delle lacune comunicanti coi linfatici della congiuntiva e contenenti dei corpuscoli fissi di connettivo fusiformi o stellati e canaliculati, ed anche dei corpuscoli mobili o leucociti (i corpuscoli fissi della cornea sono evidentemente contrattili — (*Kühne*). La cornea s'inserisce alla sclerotica in modo che quest'ultima copre un piccolo lembo della prima; alla faccia posteriore di questa inserzione circolare notasi un seno venoso circolare, detto *canale di Schlemm* (scoverto prima da *Fontana* nell'occhio di un'appiccato, ove si suole dilatare per l'accumolo di sangue). La sclerotica riceve pochi nervi e pochi vasi, invece la cornea ha un numero sufficiente di tubulini dai nervi ciliari, ed è provvista di vasi soltanto alla sua periferia, ove si terminano ad anse. La cornea (*f. 126. T. V.*) ha anteriormente un'epitelio pavimentoso stratificato, separato dalla sostanza propria della cornea la mercè di una membranella elastica, sottile, detta

lamina elastica di Bowman; posteriormente la cornea ha del pari una sottile membranella elastica, detta *del Descemet* o *del Demours*, e provvista nella faccia posteriore di un solo strato di cellule epiteliali. I nervi della cornea penetrati dalla sua periferia, si dividono e suddividono, fino a che divenuti amidollari e sottili, alcuni terminano nei corpuscoli fissi corneali contrattili, ed altri rendendosi semprepiù superficiali, formano un reticolo, raggiungono l'epitelio anteriore e terminano con bottoncini speciali fra le cellule epiteliali (*Cohnheim*).

La *coroidea,* o seconda capsula, risulta di due strati, uno connettivale esterno, fatto di grossi corpuscoli stellati (*f. 28*), ed uno epiteliale interno con cellule esagonali (*f. 16*), nucleate, disposte con molta regolarità; entrambi gli strati hanno i loro elementi cellulari pieni di granuli neri di melanina. Questa capsula si può distinguere in tre porzioni, che dallo innanzi allo indietro sono l'iride, la regione ciliare, e la regione coroideale.

L'*iride* rappresenta un diaframma con un foro nel mezzo, la *pupilla*, che può restringersi per la contrazione del suo sfintere, o muscolo *costrittore* a fibre lisce, allogato nel margine libero dell'iride, ed animato dal n. oculomotore per mezzo dei nervi ciliari; e può allargarsi per la contrazione del suo muscolo *dilatatore* (1), che risulta di fibre molto scarse disposte a raggi nell'iride, e che è animato dal gran simpatico, anche per mezzo dei nervi ciliari; la sensibilità all'iride è data pure dal nervi ciliari, e proprio dalla radice sensitiva del ganglio ciliare, fornito dalla prima branca del quinto paio. La stimolazione per conseguenza dell'oculomotore e del trigemino, come pure il taglio del simpatico al collo, determinano il restringimento della pupilla, mentre che l'irritazione del simpatico ne determina la dilatazione. Il restringimento normale della pupilla è un movimento riflesso cagionato dalla stimolazione della luce troppo viva sulla retina, e non sull'iride; infatti se si concentra un raggio di luce soltanto sull'iride, il diametro pupillare non cambia, invece se il raggio si fa passare per la pupilla e si fa giungere sulla retina, la pupilla prontamente si restringe (*Wundt*). L'iride, che s'inserisce circolarmente in dentro del canale di Schlemm, alla faccia anteriore ha un'epitelio pavimentoso trasparente, che è continuazione dell'epitelio posteriore della cornea; la membrana di Descemet nel passare dalla cornea sull'iride forma sul margine di quest'ultimo il legamento pettinato; alla faccia posteriore l'iride ha un'epitelio pavimentoso stratificato

(1) Se, come vedremo, i *muscoli ciliari* servono per l'accomodazione alle distanze, i *muscoli dell'iride* servono per l'accomodazione alle diverse intensità della luce; onde la pupilla per la luce viva si restringe, e per la luce fioca o per l'oscurità si dilata, dilatazione che avviene pure per mezzi paralizzanti locali, come i *midriatici*, ad es. l'atropina; i due muscoli dell'iride sono a fibre lisce nell'uomo e nel mammiferi. ed a fibre striate negli uccelli (*Frey*), dippiù la loro contrazione accade più rapidamente di quel che suole avvenire in tutti gli altri muscoli di vita organica (*Hyrtl*).

Digitized by Google

(continuazione dell' epitelio coroideale) ricco di sostanza colorante nera. L' iride presenta un grande cerchio arterioso alla sua grande periferia, fornito dalle due arterie ciliari posteriori lunghe, dal quale partono molti ramuscoli, sia per i processi ciliari che per l'iride, i quali ultimi riunendosi a raggi nel margine pupillare formano ivi un piccolo cerchio arterioso; le vene dell'iride ne raggiungono il gran margine ed in parte si scaricano nel seno venoso circolare del canale di Schlemm.

La *regione ciliare* segue immediatamente all' iride, ed allo esterno, cioè in contatto della sclerotica, presenta il così detto *anello ciliare* di colore bianco gialliccio, il quale consiste in un muscolo con due ordini di fibre lisce, uno longitudinale ed un'altro circolare, il primo sarebbe appunto il *tensore della coroidea* (*Brücke* e *Bowman*), e s' inserisce sulla parete interna del canale di Schlemm; il secondo ordine costituisce un' anello muscolare in prossimità dell' inserzione dell' iride ed in corrispondenza del margine della lente (*H. Müller*); il muscolo ciliare è animato da nervi che emanano dal ganglio ciliare (nervi motori forniti dal 3.° paio), e che sul loro decorso nella coroidea presentano delle cellule ganglionari. Alla faccia interna la regione o corpo ciliare presenta tante pliche triangolari rilevate, cioè i *processi ciliari*, i quali coi loro apici si avvanzano sul margine del cristallino.

La *regione coroideale* infine, oltre allo strato connettivale esterno ed epiteliale interno, entrambi pigmentati, presenta molti vasi con una disposizione particolare, cioè delle sue arterie (fornite dalle ciliari posteriori brevi) mentre alcune formano un sottile reticolo alla faccia interna della coroide, altre nella faccia esterna, si riuniscono a raggi in piccole vene e queste in una grossa vena, costituendo i così detti *vasi vorticosi* (*Stenson*), dei quali se ne trovano quattro, superiore, inferiore, esterno ed interno. Fra la sclerotica e la coroidea si trova un po' di connettivo, pigmentato leggermente, che dicesi *lamina fusca* o *suprachoroidea*. Al polo posteriore dell' occhio mentre la sclerotica si continua colla guaina del nervo ottico, la coroidea si presenta cribrosa per l' entrata delle fibre di quest' ultimo.

La terza capsula, od interna, è la *retina*, cioè la diramazione del nervo ottico nella cavità oculare in forma di una membranella sottile, delicatissima e semitrasparente. Il nervo ottico non entra proprio al polo posteriore dell' occhio, ma alquanto indentro ed in basso; all' entrata forma una papilla, depressa nel centro, dalla quale, oltre alle fibre nervose, si dipartono i vasi della retina, entrati collo stesso nervo ottico; la retina che incomincia dalla papilla ottica (ove ha $0^{mm},3$ a $0^{mm},2$ di spessore) va innanzi, e dopo avere ricoperta la regione coroideale, termina assottigliandosi ($0^{mm},09$ di spessore), con un orlo circolare dentato (*ora serrata*) là dove incomincia la regione ciliare. Allo esterno ed un po' in sopra della papilla ottica, cioè, a circa $2^{mm},5$ da quest'ultima e presso che al polo posteriore dell'occhio si nota la *macula lutea*, di figura ovale (3^{mm} di lunghezza su 1^{mm} di larghezza) colla sua *foveola centralis*), ove corrisponde il luogo della visione distinta. Ri-

guardo alla struttura, la retina risulta di una impalcatura di tessuto connettivo e degli elementi nervosi, disposti tutti dall'esterno all'interno nei seguenti strati (*f. 127. T. V*): 1.° lo strato di *coni* e di *bastoncini*, detto pure *membrana di Jacob;* nella *foveola centralis* esistono solo coni (*f. 128*), nella *macula lutea* molti coni e pochi bastoncini (*f. 129*), e nel resto della retina a misura che si viene innanzi si trovano più bastoncini che coni (*f. 130*), dippiù i coni a misura che si allontanano dal centro della retina divengono sempre più grossi; 2.° una membrana sottilissima ed anista, detta *limitante esterna;* 3.° lo strato *nucleare esterno,* costituito da grossi nuclei ovali (diam. 0mm,005 a 0mm,009), lievemente striati ed in connessione sia con i bastoncini che coi coni; tutto lo strato ha in media uno spessore di 0mm,05, assottigliandosi sempre verso l'ora serrata; 4.° lo strato *intermediario* o *internucleare,* è sottile ed è costituito dallo intreccio delle fibrille nervose, provenienti dallo strato nucleare esterno; 5.° lo strato *nucleare interno* (spessore 0mm,04, con nuclei più grossi; 6.° lo strato *molecolare* o finamente granuloso (spessore 0mm,03) costituito da un'intreccio fitto di sottili fibrille cosperso di fini granuli; 7.° lo strato delle *cellule ganglionari*, grosse circa 0mm,02, multipolari, pallide, senza membrana, nucleate, le quali hanno verso lo interno un prolungamento più grosso, che è il cilindrasse, e verso lo esterno molti prolungamenti protoplasmatici, i quali oltrepassato lo strato molecolare si metterebbero in relazione con gli elementi dello strato nucleare interno *f. 132*); lo strato ganglionare è più spesso nella macula lutea, ove presenta fino a 6 e 10 serie di cellule nervose, e presso l'ora serrata è sottile e le cellule trovansi a grande distanza fra loro; 8.° lo strato delle *fibre del nervo ottico*, fra cui decorrono i vasi retinici che si diramano sulla retina dal centro della papilla del nervo ottico; queste fibre risultano dei soli cilindrassi senza guaine, provengono direttamente dal nervo ottico, si pongono in relazione colle cellule ganglionari, e formano uno strato plessiforme dello spessore tra 0mm,2 e 0mm,004 a seconda si va dalla papilla ottica verso l'ora serrata; nella macula lutea manca lo strato delle fibre ottiche; e 9.° la membrana *limitante interna*.

Nel primo strato esterno della retina i coni ed i bastoncini sono stivati ed allineati fra loro; ciascun bastoncino è cilindrico (del diam. di 0mm,0015 a 0mm,0018, il suo estremo esterno si pone in relazione con le cellule pigmentose della coroidea (1), e l'estremo interno è affilato e si termina con

(1) Oggigiorno le cellule esagonali pigmentate della coroidea si considerano come appartenenti alla retina, ed oltre allo strato dei coni e bacilli si ammette lo *strato pigmentoso* della retina, portando così a *dieci* il numero degli strati di quest'ultima. Secondo recenti ricerche lo strato pigmentoso risulterebbe di cellule (*f. 133*) non piatte, ma prismatiche esagonali, con una porzione trasparente (rivolta verso lo strato connettivale della coroidea) che contiene il nucleo e varie gocciole di grasso, e con una porzione più grande, oblunga, opaca perchè carica di pigmento bruno, che si ter-

Digitized by Google

un sottile filamento, che porta un nucleo dello strato nucleare esterno (*f. 131*). I bastoncini sono più lunghi nella parte posteriore dell'occhio (0mm,05 di lunghezza), più innanzi hanno una lunghezza media (0mm,04), e presso l'ora serrata sono molto corti (0mm,02 — *Frey*). I coni hanno la forma di una bottiglia molto allungata, di cui la base poggia sulla membrana limitante esterna, sono più corti dei bastoncini, ed alla loro base trovasi attaccato un' elemento nucleare o piriforme dello strato nucleare esterno (*f. 132*), dal quale spesso si diparte un filo che congiunge il cono ad un nucleo dello strato nucleare interno, e quindi ad una cellula ganglionare. Tanto i *bastoncini* che i *coni* si possono distinguere ciascuno per una linea trasparente in un' *articolo* o *membro esterno*, ed in un' *articolo* o *membro interno*; il primo è cilindrico nei bastoncini e leggermente conico nei coni, ed il secondo è cilindrico nei bastoncini ed è piriforme e grosso nei coni (*f. 127*); in entrambi gli elementi l' articolo interno è finamente granuloso ed è poco refrangente, invece l'articolo esterno è omogeneo e molto birefrangente. Dippiù l'articolo esterno tanto nei bastoncini che nei coni si lascia dividere facilmente in tanti dischi o lamelle regolari, molto refrangenti (*f. 134*), sia per la macerazione nell' acido acetico, che nel siero iodato o nella soluzione carica di ac. osmico; finalmente l' articolo interno nella sua congiunzione coll' esterno presenta un corpo ovoidale, il quale nel cono contiene pure un piccolo corpo sferico molto refrangente, e nello stesso cono l' articolo interno è percorso nel suo asse da una fibrilla, simile ad un cilindrasse.

Tutti gli elementi della retina, allo infuori dei coni e dei bacilli, sono tenuti insieme da una impalcatura delicata di tessuto connettivo, la quale si estende fra le due membrane limitanti, la esterna e la interna; dalla faccia esterna della limitante interna partono in serie delle fibrille sottili (*fibre di Müller*), le quali traversano tutti gli strati della retina, si pongono in connessione col tessuto connettivo spugnoso sopratutto dello strato reticolare, e finalmente si fissano alla faccia interna della membrana limitante esterna, mantenendola così in un rapporto invariabile con la limitante interna.

La membrana limitante interna giunta all' *ora serrata*, ove terminano gli elementi della retina, si salda alla ialoidea del vitreo, e raggiunge, sorpassando i processi ciliari, il gran margine della lente; questo legamento circolare della lente dicesi *zona di Zinn*.

Il contenuto delle tre capsule oculari costituisce l' *apparecchio diottrico* dell' occhio. Fra la cornea e l' iride (*camera anteriore*), e fra l' iride e la lente (*camera posteriore*) si trova un' umore sieroso, detto *umore acqueo*, e risulta

mina *sfrangiata* verso la retina, cioè con una barba, i cui fili o processi sottili si avvanzano fra i bastoncini e i coni e li comprendono. Nel centro della retina le cellule pigmentose sono piccole e comprendono ciascuna un solo bastoncino, invece verso la periferia sono molto grandi tanto da comprendere ciascuna 3, 5, 7 e fino a 15 bastoncini (*Müller*, *Schultze*, *Morano*).

Digitized by Google

di acqua e pochi sali. Dietro la pupilla, come dietro al foro della camera oscura, trovasi la *lente cristallina*, la quale è biconvessa, più incurvata nella faccia posteriore. Questa lente, situata nella fossetta lenticolare del vitreo, ha una capsula come una buccia che non aderisce alla sostanza cristallina e che è tapezzata internamente da piccolissime cellule epiteliali poligonali e nucleate; la capsula della lente posteriormente aderisce alla ialoidea del vitreo, giacchè mentre il foglietto anteriore della zona di Zinn (limitante interna della retina) si fissa al gran margine della lente, il foglietto posteriore (ialoidea), continuandosi con quello del lato opposto, chiude il vitreo ed aderisce in pari tempo alla capsula della lente; al gran margine di quest' ultima e nel mezzo dello sdoppiamento di questi foglietti trovasi un canale circolare a sezione triangolare detto *canale di Petit*, il quale contiene scarsa quantità di liquido sieroso.

La sostanza della lente risulta di tante fibre prismatiche esagonali, (*f. 135*) limpide, omogenee, ingranate (perchè leggermente dentate) ed incuneate saldamente fra loro, delle quali ciascuna si mantiene nel suo piano, passando da una faccia all' altra della lente, senza mai raggiungerne entrambi i poli; in altri termini la sostanza della lente risulta di tante capsule concentriche, di cui mentre le periferiche ripetono la forma esterna della lente, le centrali sono sferiche e più compatte; di queste capsule ciascuna si compone di fibre che decorrono secondo i meridiani, dal polo anteriore cioè al posteriore, ma una sola fibra non è tanto lunga da raggiungerne entrambi i poli, in modo che le fibre le quali nella faccia anteriore partono dal polo, si arrestano poc' oltre del margine nella faccia posteriore, e quelle che partono dalla faccia anteriore in prossimità del margine, raggiungono il polo posteriore, e viceversa. Queste fibre sono grosse circa $0^{mm},009$, sono nucleate, hanno un contenuto liquido albuminoso (la *cristallina*), e risultano da metamorfosi di cellule epidermoidali introflesse nell' embrione. Al gran margine della lente, là dove la porzione anteriore si congiunge colla posteriore della capsula, si nota il limpido *umore del Morgagni* con molte cellule rotonde e nucleate, destinate a convertirsi in nuove fibre del cristallino, od anche sfaldate dalla capsula della lente.

Dalla faccia posteriore della lente e dalla zona di Zinn fino al fondo dell' occhio si estende l' *umor vitreo*, il quale è un liquido siero-mucoso, compreso dal sacco della ialoidea, e mantenuto da tante trabecole sottilissime di quest' ultima. L' umor vitreo nel neonato presenta tanti elementi cellulari liberi, rotondi od oblunghi e nucleati (*f. 22 — a*), i quali coll' andar degli anni si riducono sempre in numero fino a scomparire.

Fisiologia dell' occhio — Lo studio della *fisiologia dell' occhio* si divide in cinque parti, cioè: 1.ª teoria diottrica dell'occhio, 2.ª accomodazione, 3.ª imperfezioni dell' occhio, 4.ª percezione della luce e dei colori, e 5.ª visione con i due occhi.

1.ª *Teoria diottrica dell' occhio* — Dallo studio sulla struttura del globo oculare si vede chiaro come l'occhio rappresenti un'apparecchio diottrico, paragonabile alla camera oscura, in cui i raggi luminosi penetrando pel foro pupillare debbono attraversare le lente collettiva, per la quale vengono resi convergenti e s'incrociano, in modo da dare sul diaframma, cioè sulla retina, una immagine degli oggetti esterni impiccolita e capovolta. Questa immagine nell'occhio si può facilmente osservare quante volte si sospende innanzi ad una candela accesa un' occhio di un coniglio albino nella sua posizione normale; i raggi luminosi penetrati nell' occhio vengono refratti sopratutto dalla lente, s' incrociano e dànno sul fondo dell' occhio una immagine piccola e capovolta della fiamma, immagine che si vede molto precisa dietro dell' occhio per la grande trasparenza delle capsule oculari; non avendosi conigli albini, si può adoperare l'occhio fresco di un'animale qualunque, dopo avervi praticata una finestra nella sclerotica e coroidea alla faccia posteriore.

Per comprendere bene il cammino dei raggi luminosi nell'occhio e la formazione dell' immagine sulla retina bisogna conoscere i *punti cardinali* ed i rispettivi *piani ottici*, che appartengono all' occhio, considerato come un' apparecchio diottrico, e la cui *situazione* dipende da tre fattori, cioè: 1.° della distanza relativa fra le superficie refrangenti, 2.° dal raggio di curvatura delle stesse, e 3.° dal loro indice di refrazione.

Le superficie principali refrangenti nell' occhio si riducono a tre, cioè la *faccia anteriore della cornea*, la *faccia anteriore della lente*, e la *faccia posteriore della lente* od anteriore del vitreo. La *distanza* fra la superficie anteriore della cornea e l' anteriore della lente (presa sull' asse ottico) è stata trovata di $2^{mm},9$ a $3^{mm},1$, e la distanza dalla faccia anteriore alla posteriore della lente, cioè il massimo spessore della lente è stato misurato di 4^{mm} a $4^{mm},6$; infine la distanza dalla faccia posteriore della lente alla macula lutea sarebbe poco più di 14^{mm} (*Wundt*). Riguardo al *raggio di curvatura* di queste tre superficie, la curvatura della cornea non è sferica ma ellittica, ed il suo raggio sarebbe in media di $7^{mm},5$ a 8^{mm}; la curvatura invece delle due superficie della lente si può dire presso che sferica, e mentre per la superficie anteriore ha un raggio fra 7^{mm}, 8^{mm} e 9^{mm}, per la superficie posteriore questo raggio sarebbe di $5^{mm},3$ a $7^{mm},5$ (*Knapp*). La curvatura delle tre superficie refrangenti dell'occhio si può conoscere e misurare sugli occhi dei cadaveri col compasso, ma in tal caso le cause di errore sono molte, per ciò *Helmholtz* ha immaginato l'*Oftalmometro*, col quale si possano esattamente misurare le tre immagini riflesse dalle tre superficie refrangenti (dette *immagini di Purkinje* e *Sanson*). Ponendo una candela accesa innanzi all'occhio di un individuo, si veggono sulla cornea di quest'ultimo tre immagini della fiamma, delle quali una è diritta, piccola, brillante e virtuale, ed appartiene alla faccia anteriore della cornea, che opera da specchio convesso; un' altra che sta nel mezzo (*f. 193. T. IX*) è diritta, virtuale, più grande e

sbiadita, ed appartiene alla faccia anteriore del cristallino, che opera egualmente da specchio convesso; la terza finalmente è piccola, capovolta, reale e brillante, ed appartiene alla faccia posteriore della lente od anteriore del vitreo, cha opera da specchio concavo. Ciò posto, dato costante l'oggetto e la sua distanza dall'occhio, la grandezza delle tre immagini tiene soltanto alla maggiore o minore curvatura degli specchi, e stante questa relazione, si può, misurando la grandezza delle immagini, conoscere il raggio di curvatura delle tre superficie speculari; questa misura delle tre immagini si pratica appunto coll'*oftalmometro*, che consiste in una specie di cannocchiale, in cui innanzi ad una lente collettiva si trovano due lastre di vetro, congiunte a cerniera, le quali possono disporsi in un sol piano e possono inclinarsi fra loro ad angolo; nel primo caso l'osservatore attraverso le lastre vede l'immagine sull'occhio unica, e nel secondo doppia. L'inclinazione delle lastre dev'essere di tanto che le due immagini appena si tocchino coi loro lati interni, in tal caso dal grado d'inclinazione si deduce la grandezza dell'immagine, giacchè la grandezza nota dell'oggetto sta in rapporto alla sua distanza dall'occhio, anche nota, come la grandezza dell'immagine fornita dall'oftalmometro è in rapporto alla metà del raggio di curvatura, che bisogna trovare col calcolo (per maggiori dettagli v. *Wundt — Fisica Medica*).

Riguardo all'*indice di refrazione* (1) i mezzi diottrici dell'occhio hanno fornito a *Krause* i seguenti dati, paragonati all'acqua distillata il cui indice di refrazione sarebbe di 1,3342 (aria =1,0003): cornea 1,3507, umore acqueo 1,3420, umore vitreo 1,3485, strati esterni della lente 1,4053, strati medii della lente 1,4294, nucleo centrale della lente 1,4541.

Con questi dati precisi sulle *distanze relative*, sui *raggi di curvatura* e sugl'*indici di refrazione* dei diversi mezzi diottrici oculari, si possono stabilire nell'occhio i *punti cardinali*, che secondo *Gauss* si riducono a *sei* per ogni sistema diottrico centrato, costituito cioè da più superficie curve refrangenti, i cui centri di figura e di curvatura si trovino allineati sull'asse ottico principale.

Dapprima nell'occhio s'intende per *asse ottico* (*f. 194. T. IX*) una linea che passa per il culmine della cornea, per l'asse del cristallino e per un punto della retina situato al lato interno della macula lutea, e non per il centro della foveola centralis; l'asse ottico non sarebbe altro che l'asse di figura dell'occhio come in ogni altro apparecchio diottrico centrato, ma, come si dirà, la visione distinta si ha solo quando l'immagine cade proprio sulla foveola centralis, dunque il polo ottico posteriore dell'occhio trovasi

(1) Chiamasi *indice di refrazione* di una sostanza trasparente, gassosa, liquida, o solida, il rapporto costante tra il seno dell'angolo d'incidenza ed il seno dell'angolo di refrazione, che si ha allorchè un raggio di luce dall'aria penetra in quella data sostanza.

Digitized by Google

più indentro della foveola centralis, e la visione distinta si effettua nella direzione non dell'asse ottico principale, ma di un'asse secondario, detto *asse visivo*, il quale fa coll'asse ottico un angolo di 5.°

Ciò posto, sull'asse ottico si debbono collocare i *sei punti cardinali*, che sono (*Wundt*):

1.° i *due punti focali*, *anteriore* e *posteriore*, dal primo partono tutt'i raggi che dopo la refrazione decorrono paralleli all'asse, e nel secondo si riuniscono tutt'i raggi che prima della refrazione decorrono paralleli all'asse; quindi se pel punto focale anteriore si eleva un piano perpendicolare all'asse ottico, tutti i raggi provenienti da un punto luminoso collocato su questo piano decorreranno paralleli fra loro dopo la refrazione, ovvero paralleli all'asse secondario di quello stesso punto; per l'occhio il *punto focale anteriore* trovasi sull'asse ottico a $12^{mm},8326$ allo innanzi della cornea, ed il *punto focale posteriore* a $22^{mm},6470$ dietro del culmine della cornea (cioè sulla retina), ovvero a $14^{mm},6470$ dietro la faccia posteriore del cristallino;

2.° i *due punti principali*, cioè due punti situati sull'asse ottico nello stesso sistema diottrico, pei quali passano due piani perpendicolari all'asse; è appunto su questi due piani, che si considerano cadere i raggi incidenti in un sistema diottrico, costituito da molte superficie refrangenti, ed ogni raggio che nel cadere passa per il primo punto principale, passa pure per il secondo, come pure ogni raggio che passa per un punto qualunque del primo piano principale, passa per il punto corrispondente (ma dall'altro lato dell'asse ottico) del secondo piano principale; sull'asse ottico dell'occhio il *primo punto principale* è situato a $2^{mm},2746$ dietro il culmine della cornea, ed il *secondo punto principale* a $2^{mm},5724$ dietro lo stesso culmine della cornea; la distanza dal primo punto principale al primo punto focale dicesi *distanza focale anteriore*, che nell'occhio è di $15^{mm},0072$, e la distanza dal secondo punto principale al secondo punto focale dicesi *distanza focale posteriore*, che nell'occhio è di $20^{mm},0746$, quindi la seconda distanza focale è maggiore della prima;

3.° i *due punti nodali*, cioè i due punti del sistema diottrico pei quali passano e s'incrociano tutt'i raggi luminosi, che non subiscono cambiamento di direzione per essere caduti normalmente alla tangente della superficie curva refrangente (*raggi di direzione* o *assi secondarii*), e solo vengono un poco spostati, rimanendo sempre la porzione incidente parallela alla emergente; il *primo punto nodale* od anteriore dell'occhio, cioè il punto dell'asse ottico ove sono diretti i raggi incidenti, si troverebbe a $7^{mm},2420$ dietro del culmine della cornea, ed il *secondo punto nodale* a $7^{mm},6398$ dietro il culmine della cornea.

Messi questi dati precisi, se si costruisce un'occhio secondo le misure precedenti, fornite dall'esperienza e dal calcolo, si avrà il così detto *occhio schematico* di *Listing*, in cui le misure *medie* sarebbero:

raggio di curvatura della cornea =8^{mm},
» » della superficie anteriore della lente =10^{mm},
» » della superficie posteriore della lente =6^{mm},
indice di refrazione dell'acqueo e del vitreo =1,3379,
» » del cristallino =1,4545,
distanza dal culmine della cornea al cristallino 4^{mm},
» dalla faccia anteriore alla posteriore del cristallino 4^{mm};
dippiù rimanendo inalterata la posizione dei due punti focali rispetto al culmine della cornea; *Listing* ha ridotto ad uno i due punti principali, e ad uno i due punti nodali; l'unico punto o piano principale si troverebbe nell'occhio schematico di *Listing* a 2^{mm},3448 dietro la faccia anteriore della cornea, e l'unico punto nodale a 0^{mm},4764 innanzi alla faccia posteriore del cristallino. Con ciò *Listing* ha ridotto l'occhio umano alla massima semplicità, considerandovi un solo punto principale ed un solo punto nodale, e quindi una sola superficie sferica, che divide l'aria dall'umore acqueo; il punto principale si trova al culmine di questa superficie, ed ivi cade pure l'unico piano principale o tangenziale, invece il punto nodale è collocato a 5^{mm},1788 dietro della stessa superficie; sul piano principale debbono cadere tutt'i raggi incidenti, e nel punto nodale debbono incrociarsi tutt'i raggi di direzione, quelli cioè che non subiscono deviazione nel loro cammino, perchè cadono perpendicolari sulle tangenti alla superficie curva. Soltanto in questo modo si può comprendere il cammino dei raggi luminosi nell'occhio, e quindi il luogo di formazione dell'immagine e la sua grandezza.

Sia *a s* (*f. 195. T. IX*) l'asse ottico del sistema diottrico oculare, *c o* l'unica superficie curva refrangente, *p. p.* l'unico piano principale o tangenziale, *p. n.* l'unico punto nodale, *p. f. a.* il piano focale anteriore e *p. f. p.* il piano focale posteriore; sia poi ad es. *d v* un raggio incidente, che parte da un punto luminoso collocato sull'asse principale, quale direzione prenderà questo raggio dopo la refrazione e quale sarà il posto della immagine? — Il raggio *d v* taglia il piano focale anteriore in *y*; ora si sa che ogni raggio luminoso, partito da un punto del piano focale anteriore, prende nel refrangersi una direzione parallela all'asse secondario di questo punto, per ciò basta tirare quest'asse secondario (o raggio di direzione che passa pel punto nodale) *y n*, e di condurvi per il punto d'incidenza *v* una parallela *v n* fino a che incontra l'asse *a s*, e *v u* sarà il raggio refratto cercato, *u* rappresentando la immagine del punto *d*. In questa costruzione se il punto luminoso *d* si porta più vicino alla superficie refrangente, la sua immagine si farà naturalmente più lontana, e se il punto luminoso si allontana dalla superficie curva, la sua immagine vi si avvicina; i due punti *d* ed *u* sono per conseguenza correlativi, e perciò diconsi *fochi coniugati*, a differenza dei punti *i s* che sono i *fochi principali*, e che sono stabili. Per costruire ora l'immagine non di un punto, ma di un'oggetto, bisogna costruire l'im-

magine dei suoi diversi punti; si è visto il modo come seguire i raggi dei punti luminosi collocati sull'asse ottico, resta ora a seguire il cammino dei raggi di punti collocati fuori l'asse ottico. Sia *a s* l'asse ottico del sistema (*f. 196*), ed *i c* l'oggetto collocato fuori di quest'asse, per trovare il posto dell'immagine non bisogna fare altro che trovare l'immagine del punto *i*, trovandosi *c* sull'asse principale, e per ciò la sua immagine dovrà trovarsi sullo stesso asse. Dal punto *i* si tiri il raggio incidente *i h* parallelo all'asse ottico, raggio che per essere parallelo all'asse deve nel refrangersi passare pel foco posteriore *r*, e continuarsi poi verso *n*; dall'altro lato si tiri dal punto *i* un raggio incidente *i e* che passi pel foco anteriore *y*, è naturale che questo raggio nel refrangersi deve decorrere parallelo all'asse, come partito dal foco anteriore, ed avrà la direzione *e n*; il punto d'intersezione dei due raggi refratti *h n* ed *e n*, cioè *n*, sarà l'immagine del punto *i*, od il suo foco coniugato posteriore. La stessa costruzione si può ripetere per gli altri punti intermedii dell'oggetto, e si vedrà formarsi a poco a poco alla parte inferiore dell'asse l'immagine *m n* reale e capovolta. L'immagine *m k* sarà grande quanto l'oggetto se quest'ultimo trovasi collocato nel punto *u*, cioè proprio al doppio della distanza focale anteriore; sarà più piccola se l'oggetto si trova collocato al di là del punto *u*, e più grande se trovasi al di qua dello stesso punto. L'immagine adunque degli oggetti esterni si dipinge sul fondo dell'occhio impiccolita e capovolta, trovandosi essi d'ordinario ad una distanza maggiore della doppia distanza focale anteriore.

L'immagine nell'occhio viene ricondotta dall'individuo sempre sulla macula lutea e proprio sulla foveola centralis, ove trovasi la massima sensibilità della retina, e colla quale soltanto si può avere la *visione distinta;* tutto il resto della retina non serve che a guardare in un modo indeciso nello spazio, onde trovare l'oggetto che si vuole *fissare*. Dato un'oggetto innanzi all'occhio colla immagine corrispondente sul fondo di quest'ultimo, ogni linea retta che congiunge un punto dell'oggetto con il corrispondente punto dell'immagine, e che passa per il centro della pupilla, sarà una *linea visuale* od una *linea di mira* (le linee visuali, secondo *Helmholtz*, non coincidono con le linee o raggi di direzione, giacchè non s'intersecano nel punto nodale); l'angolo che formano due linee di mira, partite dagli estremi dell'immagine di un'oggetto fissato, dicesi *angolo visuale;* quest'angolo diminuisce per uno stesso oggetto coll'aumentare la distanza, e diminuisce pure col diminuire la grandezza dell'oggetto, però fino ad un limite, oltre il quale l'individuo non avverte più con precisione l'oggetto, ma vede soltanto un punto; il valore di quest'angolo visuale *minimo* è per l'occhio normale di 1', ciò che corrisponde sulla retina ad un'immagine di $0^{mm},004$, e sotto di quest'angolo la retina confonde due impressioni in una sola (*Wundt*); bene s'intende che l'acutezza della vista è in ragione inversa dell'ampiezza di quest'angolo.

2.° *Accomodazione* — Nella camera oscura una volta ottenuta l'immagine precisa dell'oggetto, se questo si allontana o si avvicina all'apparecchio la sua immagine riescirà confusa; ora l'occhio possiede una facoltà colla quale può adattarsi per oggetti collocati a qualunque distanza, ricevendo sempre sulla retina una immagine distinta, questa facoltà dicesi *accomodazione*, ed è per essa che noi possiamo guardare alternativamente, e vedere quasi colla stessa nettezza una stella e la punta del nostro naso (*Küss*).

Se mentre si sta leggendo si pone fra gli occhi e il libro un velo a larghe maglie, e si continua a leggere, si vedrà il velo confuso; ma se si vuole fissare il velo si vedranno confusissimi i caratteri; quindi l'individuo può a suo bell'agio fissare alternativamente i caratteri e il velo.

Quando un'occhio normale (*emmetropico*) guarda con precisione un'oggetto collocato a distanza infinita, i cui raggi cioè giungano sulla cornea paralleli, l'immagine, che si forma in tal caso nel foco posteriore, cade proprio sullo strato dei coni della foveola centralis, e quindi è precisa, ed ogni *punto* dell'immagine corrisponde ad un *punto* dell'oggetto; ma se l'occhio rimane tranquillo e l'oggetto si avvicina, allora l'immagine si forma dietro della retina, e sulla retina cade per ogni *punto* dell'oggetto un *circolo di diffusione*, per cui l'immagine è indistinta; la grandezza ed il *diametro* del circolo di diffusione per ciascun punto dell'oggetto aumenta, com'è naturale, a misura che l'oggetto si avvicina all'occhio, mentre questo rimane costantemente in riposo; onde *Listing* ha calcolato per il suo occhio schematico che mentre per l'infinito i circoli di diffusione hanno 0^{mm} di diametro, a 65 metri il loro diametro è di $0^{mm},0011$, a 12^{m} è di $0^{mm},0056$, a $1^{m},5$ è di $0^{mm},0443$, ed a $0^{m},088$ è di $0^{mm},6484$. L'occhio può rendere *distinta* l'immagine di un'oggetto, collocato al di qua dei 65 metri, producendo un cambiamento nei suoi mezzi diottrici, cioè rendendoli più refrangenti, per cui l'immagine viene ricondotta innanzi sulla retina. In che consiste questo cambiamento?—È stato dimostrato sperimentalmente che l'accomodazione è positivamente ed unicamente il risultato di un'aumento di convessità del cristallino (per cui questo diviene più refrangente), massime della faccia anteriore, prodotto dalla contrazione del muscolo ciliare (*Wundt*) (*f. 197. T. IX*); ciò si dimostra con due esperimenti: 1.° guardando le 3 immagini di Purkinje e Sanson nell'occhio di un'individuo che fissa oggetti lontani, se lo si costringe a fissare oggetti vicini, si vedrà l'immagine di mezzo, fornita dalla faccia anteriore del cristallino, *farsi più piccola*, vuol dire adunque che questa faccia anteriore della lente è divenuta più curva per l'accomodazione (*Cramer*), secondo *Helmholtz* l'immagine di Purkinje della faccia anteriore della lente per la visione a piccola distanza diviene $^{4}/_{9}$ della stessa immagine nella visione a grande distanza (1); 2.° fissando l'occhio

(1) Secondo le esperienze di *Helmholtz* si ha che nella visione in lontananza il raggio di curvatura della faccia anteriore del cristallino è di 10^{mm}, e della faccia

di un'animale vivo in un sostegno, e disponendolo colla sua posizione normale di contro a una candela accesa, si vedrà l'immagine di quest'ultima con precisione sul fondo dell'occhio; se ora si stimola con una corrente d'induzione il globo oculare in corrispondenza dell'anello ciliare, il m. ciliare si contrae e l'immagine sul fondo dell'occhio diviene confusa, perchè aumentando la curvatura del cristallino, l'immagine si fa innanzi della retina, e per farla cadere di nuovo sul fondo dell'occhio si deve allontanare la candela (*Albini*). Il *modo* poi come la contrazione del m. ciliare dia l'aumento di curvatura della lente si congettura, ma non si sa con certezza, e solo si ammette in generale che la contrazione del m. ciliare colle sue fibre longitudinali tiri innanzi la coroidea e con essa l'umor vitreo, che vi è contenuto come in un sacco, e quindi la lente spinta da dietro in avanti deve premere contro l'iride e sporgere alquanto nel foro pupillare, e colle fibre circolari lo stesso m. ciliare rilascia la zona di Zinn (rilasciamento che è prodotto pure dalla contrazione delle fibre longitudinali, che tirano innanzi l'orlo posteriore della stessa zona), e la lente, che prima era tesa nella stessa zona come in un telaio, ubbedendo alla propria elasticità si rende più globosa; oltre a ciò l'iride nell'accomodazione per la vicinanza diviene sporgente nel mezzo e depressa nella sua grande periferia; come pure la pupilla si restringe per l'accomodazione in vicinanza, premendo sulla parte periferica della lente, e si allarga per l'accomodazione (*negativa*) in lontananza. Essendo l'accomodazione per la vicinanza un fatto attivo, dovuto alla contrazione muscolare, non reca maraviglia se negli stati di esaurimento, di inanizione, di debolezza, di convalescenza ec. non si possa tenere a lungo e bene l'occhio accomodato per la vicinanza, onde un'individuo non distingue bene oggetti minuti, non può leggere a lungo ec.; come del pari nella vecchiaia, se anche i muscoli sono integri, pure la lente essendosi alquanto indurata, non cede molto, e non può divenire molto refrangente nell'accomodazione, onde i vecchi veggono benissimo da lontano, ma non in vicinanza (*occhio presbite*).

Si è detto innanzi che l'occhio normale in riposo trovasi naturalmente accomodato per la distanza infinita, e che per fissare oggetti più o meno vicini deve fare uno sforzo attivo di accomodazione, sforzo che ha per effetto l'aumento del potere refrattivo della lente; ora questo potere refrattivo aumentato accorcia più o meno la distanza focale posteriore, ma questa diminuzione della distanza focale ha un limite, e si arriva ad un punto in cui l'oggetto è troppo vicino all'occhio, e questo non potendovisi più accomodare, l'immagine riesce confusa; il punto più vicino di visione distinta dicesi *punto prossimo* di accomodazione (che è a 4 o 5 pollici dall'occhio normale). D'altra parte l'occhio in completo riposo ha un potere refrattivo mi-

Posteriore di 6mm; nella visione in vicinanza poi il raggio di curvatura della faccia anteriore diviene di 6mm, e della faccia posteriore di 5mm,5.

nimo, che si riferisce al *punto remoto* di accomodazione, ovvero al punto più lontano della visione distinta; l'intervallo che passa fra il punto prossimo ed il punto remoto dicesi *tratto di accomodazione* (gli apparecchi destinati alla determinazione dei punti *prossimo* e *remoto*, cioè a precisare i limiti della visione distinta, diconsi *ottometri*).

L'occhio normale in riposo ha il foco posteriore principale sulla retina, esso è di vista regolare e dicesi *emmetropico* (*f. 198 — E*); però non tutti gli uomini hanno l'occhio formato secondo lo stesso tipo, ed a prescindere dai vizii che costituiscono vere malattie, bisogna dire di due conformazioni, che si allontanano dal tipo normale e che dànno speciali anomalie di refrazione, val dire l'occhio *brachimetropico* o *miope*, e l'occhio *ipermetropico*, i quali secondo *Donders* sono entrambi *ametropici*, non potendo riunire i raggi paralleli sulla retina. La *fig. 198 — B* rappresenta l'occhio *brachimetropico*, e la *fig. 198 — I* rappresenta l'occhio *ipermetropico;* nel primo i raggi paralleli si riuniscono innanzi della retina, essendo l'occhio molto lungo in totalità e la lente molto refrangente, e nel secondo dietro della stessa, essendo all'opposto l'occhio corto e la lente poco refrangente; il primo vizio si corregge colle lenti biconcave, ed il secondo colle lenti biconvesse, che servono pure per gli occhi presbiti.

3.ª *Imperfezioni dell' occhio* — Si riducono all' *irradiazione*, all' *abberrazione di sfericità*, all' *astigmatismo*, all' *aberrazione di refrangibilità*, al *punto cieco della retina* e alle *visioni endottiche*.

Irradiazione — È quel fenomeno che si ha allorquando si guarda un'oggetto fortemente illuminato su di un fondo oscuro, l'oggetto sembra più grande di quello che è; così ad es. in una scacchiera fatta di quadrati neri e bianchi, questi ultimi sembrano più grandi dei primi; due cerchi eguali, uno bianco sul nero, e l'altro nero sul bianco, il primo sembra più grande del secondo ec:. Il fenomeno della irradiazione ottica succede tanto meglio per quanto meno l'occhio è accomodato, e tiene al fatto della sovrapposizione dei circoli di diffusione del nero e del bianco, i primi non stimolando la retina riescono senza effetto, ed i secondi invece stimolandola, restano dominanti, e per ciò l'oggetto bianco sembra tanto più grande dell' eguale nero, per quanto più grandi sono i circoli di diffusione, cioè per quanto meno l'occhio è accomodato, come succede per i lumi collocati di notte a distanza, in cui la piccola fiamma sembra un grosso disco stellato.

Aberrazione di sfericità o monocromatica — Consiste nel fatto che in una lente collettiva i raggi incidenti sulla parte periferica cadono più obbliqui dei raggi centrali, e quindi i primi s'incontrano dietro della lente innanzi ai secondi; perciò invece di un *punto* si ha una *linea focale*. Per ovviare a questo inconveniente si diminuisce la curvatura e quindi la refrangibilità della lente nella sua parte periferica; rendendola in tal modo ellittica, anzichè sferica; o pure innanzi alla lente si pone un diaframma forato, che la-

scia passare soltanto i raggi centrali. Nell'occhio esistono entrambi questi mezzi, giacchè le superficie refrangenti non sono veramente sferiche, ma ellissoidali, anzi la sostanza periferica del cristallino è meno refrattiva della sostanza centrale, e poi innanzi alla lente vi è l'iride capace d'intercettare il cammino ai raggi periferici; la pupilla, perchè si eviti completamente l'aberrazione di sfericità, deve restringersi per la luce intensa e per gli oggetti molto vicini, e se ciò non ha luogo, come dopo l'applicazione dell'atropina che dilata la pupilla, allora si ha l'aberrazione di sfericità per gli oggetti vicini e per la luce viva.

Astigmatismo — Se le superficie refrangenti dell'occhio fossero esattamente sferiche e centrate sull'asse, i raggi luminosi (almeno i centrali) partiti da un punto si riunirebbero tutti in un solo *punto* sulla retina, ma stante il fatto che la cornea per i diversi meridiani non presenta la stessa curvatura, massime per il meridiano verticale più curvo e l'orizzontale meno curvo, ne viene che sulla retina i raggi si riuniranno in una serie di punti, cioè in una *linea*, in cui i punti anteriori corrispondono ai raggi nel piano verticale, ed i posteriori ai raggi nel piano orizzontale, e la visione riesce per ciò poco precisa; questa aberrazione di curvatura costituisce l'*astigmatismo* (impossibilità di riunire i raggi in un punto solo). L'astigmatismo normale appena è riconoscibile, ma talvolta le differenze nelle curvature della cornea possono essere tanto rilevanti da dare un vizio di una certa importanza, il quale si diagnostica collocando innanzi a un'individuo un quadrante da orologio con i 12 numeri romani, e con un sistema di raggi che dal centro raggiungono la periferia; l'individuo ad una certa distanza potrà leggere soltanto i numeri verticali e vedere con precisione soltanto le linee verticali, e ad un'altra distanza vedrà soltanto con precisione i numeri e le linee orizzontali. Il vizio dell'astigmatismo si corregge colle lenti cilindriche più o meno curve, le quali si debbono disporre innanzi all'occhio col loro asse normalmente al meridiano che ha la minor curvatura.

Aberrazione di refrangibilità o cromatica — Il margine di una lente collettiva rappresenta lo spigolo di un prisma, per cui la luce bianca che cade sull'orlo tagliente della lente viene scomposta, e gli oggetti si veggono con un'alone iridescente. Nell'occhio questo inconveniente (quantunque piccolo, essendo minimo il suo potere dispersivo (1) è ovviato: 1.° coll'impedire mediante l'iride, che i raggi luminosi cadano sulla periferia della lente, 2.° col fare l'orlo di quest'ultima rotonda e non ad angolo, e 3.° col combinare fra loro diversi mezzi refrangenti dotati di diverso indice di refrazione, appunto come si suole praticare nei comuni apparecchi diottrici,

(1) Secondo *Helmholtz* il potere dispersivo dei mezzi diottrici oculari sarebbe presso a poco eguale a quello dell'acqua distillata, per cui mentre la distanza focale posteriore dei raggi violetti (calcolata sull'occhio schematico di *Listing*) è di 20mm,140; quella dei raggi rossi è di 20mm,524.

Digitized by Google

in cui ciascuna lente per essere *acromatica* deve risultare di una lente convergente di crown-glass e di una lente divergente di flint-glass, ricongiunte mercè il balsamo del Canadà. L'occhio è acromatico quante volte l'accordo della luce pei diversi oggetti luminosi è discreto e non eccessivo, e quante volte trovasi bene accomodato; nei casi opposti gli oggetti appariscono spesso con contorni iridescenti.

Punto cieco della retina — Nella retina esiste un punto totalmente insensibile alla luce, ed è precisamente la papilla del n. ottico (*f. 194. T. IX*), nel cui centro avvallato trovansi soltanto i tronchi dei vasi retinici, ed allo intorno soltanto fibre nervose, senza elementi specifici della retina. Questo punto cieco si dimostra assai facilmente col seguente esperimento (*Mariotte*); si chiuda l'occhio sinistro, e poscia si fissi ben bene il punto *a* coll'occhio destro; stando il libro vicino all'occhio si vedranno involontariamente au-

che i punti *b* e *b'*, ma allontanando il libro, allorchè si giunge alla distanza di circa 25 centim. si vedrà (fissando sempre il punto *a*) scomparire il punto *b*, e poi seguitando ad allontanare il libro, si vedrà a poco a poco ricomparire il punto *b* e scomparire *b'* a circa 35 centim., ciò vuol dire che le immagini dei due punti *b* e *b'* sono passate successivamente sul punto cieco della retina, ove non possono essere percepite. Secondo *Helmholtz* il diametro del *punto cieco* della retina sarebbe di $1^{mm},5$ a $1^{mm},8$, e la sua distanza in basso ed in dentro dal mezzo della macula lutea di $4^{mm},35$. Noi non ci accorgiamo della esistenza del punto cieco perchè non fissiamo mai gli oggetti colla papilla del n. ottico, e perchè i circoli di diffusione delle immagini vicine si sovrappongono e lo covrono.

Visioni endottiche — Semprechè l'occhio trovasi fortemente illuminato, e al cammino della luce s'interpongono corpi opachi collocati nei mezzi diottrici od anche nelle pareti dell'occhio, e l'ombra di questi corpi cade sulla retina, l'individuo vede nello spazio diverse figure, che tengono ad immagini di oggetti collocati nel globo oculare istesso. Sulla cornea colando il muco e le lagrime con cellule epiteliali, con granuli adiposi ec., si possono vedere nello spazio cadere dei granellini o globuli trasparenti, dei fili di perle ec.; anche nel cristallino la disposizione delle sue fibre può cagionare figure stellate o radiate nello spazio; finalmente nel vitreo gli elementi cellulari liberi del tessuto mucoso embrionale cagionano visioni endottiche in forma di sfere, granuli lucenti, collane, areole ec., e sempre mobili coi movimenti degli occhi e del capo (*mosche volanti*). Un'uomo può giungere perfino a vedere il reticolo vasale della propria retina, quante volte chiuso l'occhio sinistro, gira molto in dentro il destro e lo illumina fortemente, concentrando la luce con una lente sulla sclerotica nell'angolo palpebrale

esterno; l'individuo vedrà sulla parete oscura che gli è di contro un'elegante reticolo vasale, che si muove come si muove la luce, questo reticolo corrisponde appunto all'ombra dei vasi retinici sulla retina stessa illuminata.

4.ª *Percezione della luce* — La luce per essere percepita dall'individuo, deve impressionare la retina; dovunque esiste retina (ad eccezione del punto cieco), ivi cadendo la luce, desta una sensazione visiva, però la stessa impressione non riesce egualmente intensa e non viene percepita colla stessa precisione in qualunque punto ed in qualunque strato della retina. Il *punto* della retina ove l'impressione riesce più intensa e precisa si è appunto la *macula lutea*, e proprio la sua *foveola centralis*, e lo strato anatomico, destinato ad essere toccato dalla immagine distiuta, è appunto la *membrana di Jacob*, cioè lo strato dei coni e bastoncini, i cui elementi sono i soli che formano una superficie continua e senza interruzione; anzi siccome nella *foveola centralis*, cioè nel punto col quale si fissano gli oggetti, si trovano soltanto coni, senza bastoncini (*Henle*), bisogna ritenere che i *coni* sieno appunto gli elementi specifici della retina, destinati a fare avvertire all'individuo la impressione luminosa con precisione, val dire tanto per la quantità che per la qualità della luce. Questi coni nella *foveola centralis* sono quasi a nudo, od almeno ricoperti dagli altri strati retinici molto attenuati; infatti lo strato delle fibre del n. ottico ivi manca, le cellule nervose taluni le ammettono in iscarso numero, ed altri, come *Bergmann*, ve le negano, vi manca pure lo strato finamente granuloso (*Frey*), e poi i due strati nucleari e sopratutto lo strato intermediario sono molto assottigliati. Caduta per conseguenza la luce sulla *foveola centralis* non trova altro strato serrato e compatto, che quello dei *coni*, ciascuno dei quali nella *macula lutea* presenta un diametro di $0^{mm},004$, e nella *foveola centralis* di $0^{mm},002$ a $0^{mm},003$ (*Schultze*, *H. Müller*), diametro che corrisponde appunto al limite della visione distinta, cioè all'angolo visuale minimo, che dà sulla retina una immagine di $0^{mm},004$; se l'immagine è più piccola, allora entra tutta in un cono e l'oggetto sarà visto sempre unico, ancorchè fosse doppio, come ad es. due piccoli puntini neri e vicini su di una carta, che in prossimità dell'occhio si veggono *due*, e ad una certa distanza *uno*, avendo oltrepassato il limite minimo dell'angolo visivo (secondo *Volkmann* si può col prolungato esercizio, come per i microscopisti, orologiai, pittori, giungere a portare a $0^{mm},003$ il limite dell'immagine distinta). Andando dalla *foveola centralis* all'*ora serrata*, come diminuisce il numero dei coni aumenta il diametro del limite dell'immagine distinta, onde col resto della retina non si fissano mai gli oggetti per vederli con precisione, e solo l'uomo se ne avvale per estendere di molto il suo campo visivo, e per trovare quegli oggetti che vuole fissare.

Per convincersi che la visione distinta si ha soltanto nel caso che l'immagine cade sul centro della retina (*macula lutea* e *foveola centralis*), si può adoperare l'*Oftalmoscopio*, cioè un'apparecchio col quale si vede attraverso

Digitized by Google

la pupilla il fondo dell'occhio. D'ordinario attraverso la pupilla è impossibile vedere il fondo dell'occhio, e non si vede altro che oscurità, giacchè i raggi emanati da un punto luminoso e giunti sulla retina, si riuniscono dopo la loro riflessione esattamente nello stesso punto luminoso; coll'oftalmoscopio invece l'occhio dell'osservatore si costituisce come fonte luminosa, e per ciò può vedere l'immagine riflessa dal fondo dell'occhio dell'osservando. Nella *fig.199.T.IX a* è l'occhio osservando, e *b* l'occhio osservatore, *i* è la luce, i cui raggi caduti sullo specchio concavo *s*, vengono tutti concentrati nell'occhio *a* attraverso la pupilla, la quale per conseguenza apparisce illuminata all'occhio *b*, collocato dietro un foro dello specchio. L'immagine del fondo dell'occhio *a* è reale e capovolta, e si forma in *x* molto confusa; per vederla netta bisogna mettere innanzi all'occhio *a* una lente biconvessa *r*, la quale riunendo i raggi forma una immagine del pari reale e capovolta in *e*, ma più piccola e precisa. Per avere l'immagine oftalmoscopica più grande, precisa e diritta si suole collocare invece innanzi all'occhio *a* una lente biconcava, la quale fornisce una immagine virtuale e diritta fra l'occhio *a* e la stessa lente.

Coll'oftalmoscopio si vede il fondo dell'occhio, ove si distingue sopratutto la papilla del n. ottico con i vasi retinici; dippiù, se la luce non è molto intensa, si vede sulla retina la piccola immagine degli oggetti esterni, la quale viene percepita tanto più precisa dall'individuo quanto più si avvicina alla macula lutea; *Donders* infine facendo penetrare un raggio di luce mediante lo specchio oftalmoscopico, e facendolo cadere proprio sulla papilla del n. ottico, l'individuo non ha avvertito alcuna impressione (punto cieco), invece la luce ha fatto impressione sul resto della retina, impressione che è riuscita intensa e precisa quando il raggio è stato diretto dall'osservatore sulla macula lutea.

La luce impressiona la retina, ma l'eccitazione di questa non termina colla scomparsa della luce, invece dura per un certo tempo, e si prova col seguente esperimento. Su di un disco si dipingono alternativamente dei settori in bianco e dei settori in nero, e lo si fa girare rapidamente, il disco apparirà nè bianco, nè nero, ma grigio; vuol dire adunque che le successive impressioni si confondono perchè non si estinguono rapidamente; in tal caso se si misura la velocità di rotazione del disco nel momento, in cui le impressioni luminose da distinte divengono confuse, si saprà qual'è la *durata minima* dell'eccitazione della retina (*Wundt*), durata che varia fra $^1/_{50}$ a $^1/_{30}$ di 1'' (*Helmholtz*), e che diminuisce a seconda aumenta l'intensità della luce. La stessa luce però a misura che aumenta d'intensità reca una *eccitazione consecutiva* sempre più lunga, e l'*immagine* di un'oggetto scomparso sarà tanto più *persistente*, per quanto più l'oggetto era illuminato; nei casi ordinarii l'immagine persistente è luminosa come l'oggetto ed è dello stesso colore, perciò dicesi *positiva*, ma può essere invece oscura e di colore complementario, allora dicesi *negativa*, e tiene alla stanchezza degli ele-

menti della retina. Allorchè di notte si fissa fortemente e per un momento cogli occhi non stanchi la fiamma d'una candela, e poi la si smorza, si continuerà a vedere per un certo tempo l'immagine *positiva* della fiamma, cioè luminosa e dello stesso colore; se invece si fissa per un certo tempo il sole (per quanto si può), e poi subito si rivolge lo sguardo su di un libro per leggerlo, si vedrà passeggiare sui versi un disco oscuro di colore bluastro (essendo il bleu complementario del giallo vivo), che è l'immagine *negativa* del sole; e così del pari, se si fissa per qualche tempo un disco bianco molto illuminato su di un fondo nero, e subito si volge lo sguardo su di una carta bianca, si vede su questa un disco nero, che è l'immagine *negativa* del disco bianco.

Sulla persistenza delle impressioni luminose sull'occhio è fondato il *Taumatropio di Stampfer* (giro maraviglioso), il quale consiste nel prendere un disco e farlo girare rapidamente attorno ad un suo diametro; se su di una faccia del disco è dipinto un'uccello, e sull'altra una gabbia, si vedrà l'uccello nella gabbia.

Percezione dei colori—La luce *bianca* si compone di raggi di diversa refrangibilità, i quali caduti sulla retina determinano nell'individuo sensazioni differenti, che corrispondono ai diversi *colori*. Per decomporre la luce bianca nei suoi diversi colori si adopera il *prisma*, attraverso il quale se si fa passare un raggio di luce bianca, questo nell'uscire ci fornirà appunto i *colori semplici principali*, che sono, dal più al meno refrangibile, i seguenti: *violetto, indaco, bleu, verde, giallo, ranciato* e *rosso*. Ciascuno di questi colori è indecomponibile, e tutti poi riuniti in un foco da una lente bicovessa, ricompongono di nuovo la luce *bianca*. I raggi ultra-rossi, cioè i *termici*, ed i raggi ultra-violetti, cioè i *chimici* non impressionano la retina, giacchè i primi non attraversano i mezzi diottrici dell'occhio, essendo questi pressocchè adiatermici (1), ed i secondi per la loro grande refrangibilità non giungono d'ordinario sulla retina, e per vederli bisogna adoperare le sostanze fluorescenti, le quali hanno la proprietà di modificare la durata delle vibrazioni di questi raggi; così guardando una soluzione acida di solfato di chinina, la si vede colorata alla superficie di un bel grigio-violaceo. Riunendo a due a due in tutt'i modi possibili i colori dello spettro, si hanno i *colori composti*, come risulta dal seguente quadro di *Helmholtz*:

(1) Il foco solare fornito da una lente di bue dà una elevazione nel termometro poco sensibile; onde si è conchiuso che i mezzi diottrici dell'occhio assorbono il 90 % dei raggi calorifici (*Brücke*, *Iansen*).

Digitized by Google

	VIOLETTO	INDACO	BLEU	VERDE-BLEU	VERDE	GIALLO-VERDE	GIALLO
Rosso.	Porpora	Rosa oscura	Rosa chiaro	Bianco	Giallo chiaro	Giallo d'oro	Ranciato
Ranciato. . .	Rosa oscura	Rosa chiara	Bianco	Giallo chiaro	Giallo	Giallo	
Giallo.	Rosa chiara	Bianco	Verde chiaro	Verde chiaro	Giallo verde		
Giallo-verde.	Bianco	Verde chiaro	Verde chiaro	Verde			
Verde.	Bleu chiaro	Bleu	Bleu-verde				
Verde-bleu .	Bleu	Bleu					
Bleu	Indaco						

Così ad es. riunendo il *giallo* e il *bleu* si ha il *verde chiaro*, il *giallo* e il *rosso* si ha il *ranciato*, il *rosso* e il *violetto* si ha la *porpora* ec.; in queste combinazioni si ha ben quattro volte il *bianco*, cioè quando si riuniscono il *giallo-verde* ed il *violetto*, il *giallo* e l'*indaco*, il *ranciato* e il *bleu*, il *rosso* ed il *verde-bleu;* tutti questi colori che riunendosi dànno il *bianco* sono reciprocamente *complementarii*.

Il *bianco* adunque è un colore composto, e il *nero* è l'abolizione di qualunque luce, il *grigio* non è altro che il bianco di una debole intensità (*Wundt*).

Nello spettro solare bisogna distinguere *tre colori fondamentali*, che sono il *rosso*, il *verde* ed il *violetto*, e diconsi *fondamentali* perchè combinandosi variamente fra loro sono capaci di dare tutti gli altri colori esistenti in natura non solo, ma ancora la stessa luce bianca; infatti combinando diversamente il *verde* al *rosso*, si dà origine prima al ranciato e al giallo e poi a tutte le loro gradazioni, combinando il *verde* al *violetto* in diversa proporzione si producono tutt'i colori attenenti al bleu e all'indaco; infine combinando il *rosso* al *violetto* si forma la porpora, e riunendo in tre settori su di un disco girante il *rosso*, il *verde*, e il *violetto*, il disco appare bianco.

Secondo *T. Joung* i tre colori fondamentali corrisponderebbero nell'occhio a tre specie di fibre nervose, il cui eccitamento darebbe rispettivamente la sensazione del rosso, del verde e del violetto; i raggi meno refrangibili ecciterebbero prevalentemente le fibre sensibili al rosso, i raggi più refrangibili (costituiti cioè da vibrazioni più rapide) ecciterebbero con maggiore energia le fibre del violetto, e finalmente i raggi di media refrangibilità stimolerebbero con più energia le fibre sensibili pel verde; quindi nell'individuo, per la disposizione delle fibre o degli elementi della sua retina, vi sarebbero tre sensazioni *fondamentali*, corrispondenti ai tre colori fondamentali, ed infinite sensazioni *miste* di colori, cagionate dai colori variamente composti, e variamente combinati alla luce bianca, ovvero all'assorbimento della stessa, cioè al nero. Secondo *Schultze* i *coni* sarebbero appunto gli elementi retinici destinati a far avvertire i colori cioè le qualità della luce, laddovechè i *bastoncini* servirebbero soltanto per far percepire la in-

tensità della stessa, è tanto è ciò vero, che gli animali notturni (pipistrello, civetta ec.) mancano interamente di coni, ed hanno solo i bastoncini, non dovendo percepire colori; dippiù sono appunto i coni quegli elementi che si trovano soli nella foveola centralis, ove nell' uomo è massimo il potere di distinguere i colori (*Hermann*); finalmente vi è l' *acromatopsia*, val dire cecità pei colori, per la quale malattia gl' individui dimostrano sempre che loro manca la possibilità di avvertire uno dei tre colori fondamentali; la cecità pel rosso (*daltonismo*, studiato e sofferto da Dalton), tanto libero che combinato agli altri colori, è la più frequente, e solo si può spiegare ammettendo la mancanza o la paralisi dei soli elementi retinici sensibili pel rosso. L' ipotesi poi, secondo la quale si spiega la impressionabilità dei coni per i colori, si riduce o ad ammettere che in ciascun cono penetrino tre fibre per i tre colori fondamentali, o pure che i singoli dischi sovrapposti di cui si compone il membro esterno dei coni stessi (*f. 134. T. V*) abbiano diverso indice di refrazione adattabile ai diversi colori.

Fenomeni di contrasto—Sono fenomeni speciali che dipendono dall'azione simultanea o sussecutiva di diverse qualità di luce sulla retina. Così ad es. guardando un cerchio bianco in un campo verde, il cerchio presenterà un'alone rosso; e fissando invece un cerchio bianco in un campo rosso, il margine del cerchio apparirà di colore verde; un cerchio giallo fortemente illuminato in un campo nero presenterà il contorno bleu; se ad una corta distanza da una carta bianca si pone di giorno un vetro rosso, la carta apparirà tinta in rosso, e se su questa carta si lascia cadere l'ombra di un corpo opaco, quest'ombra apparirà tinta di colore verde. Anche nella persistenza della impressione luminosa si possono avere fenomeni di contrasto; così ad es. se dopo aver letto per molto tempo un cartello giallo illuminato dal sole, si vuole leggere nel libro, si vedrà passeggiare su questo una macchia bleu; e se il cartello era rosso, si vedrà sul libro una macchia verde ec.

Tutt' i fenomeni di contrasto si spiegano ammettendo che, data la stanchezza o l'esaurimento per sovraeccitazione degli elementi retinici sensibili per un dato colore, restino in eccitamento soltanto gli elementi sensibili pel colore opposto complementario; ovvero si può ammettere che nella permanente ed intensa irritazione di una data specie di elementi retinici, debba per via di riflesso destarsi l' eccitamento di un'altra specie di elementi del tutto opposta.

5.° *Visione con due occhi* — Questo studio comprende: 1.° i movimenti degli occhi, 2.° il campo visivo binoculare, e 3.° i vantaggi della visione coi due occhi, consistenti nel giudizio sulla profondità, sulla grandezza, sulla lontananza, sulla direzione, e sul moto o riposo dei corpi.

Movimenti degli occhi—Il globo oculare può considerarsi come un capo articolare sferico, che gira su tre assi, incrociati fra loro, nella cavità sinoviale della congiuntiva. Sei muscoli volontarii operano le tre rotazioni del-

Digitized by Google

l'occhio; i due retti, superiore ed inferiore, girano l'occhio su di un'asse trasversale bilaterale, dandogli così il movimento di elevazione ed abbassamento; i due retti, interno ed esterno girano l'occhio su di un'asse verticale e gli dánno il movimento di lateralità; e finalmente i due obbliqui superiore ed inferiore, girano l'occhio su di un'asse antero-posteriore, però l'obbliquo superiore operando di concerto col retto inferiore riesce ad abbassare l'occhio, e l'obbliquo inferiore contraendosi insieme al retto superiore riesce ad elevarlo. I tre assi dei movimenti dell'occhio s'incrociano in un punto, che è il centro di rotazione del globo oculare, e che si trova pressochè alla metà del diametro antero-posteriore dell'occhio (1).

I quattro *muscoli retti* vengono dal fondo dell'orbita in prossimità del forame ottico, essi s'inseriscono alla robusta guaina del n. ottico, e venuti innanzi, si fissano con un tendine a ventaglio sul segmento anteriore dell'occhio a circa due linee dalla periferia della cornea. La loro inserzione è incrociata, in guisa che mentre il retto superiore fa girare la pupilla in alto, l'inferiore la porta in basso, e così pure se il retto esterno porta la pupilla in fuori, l'interno la riconduce in dentro; quando però due retti vicini operano di concerto, allora la pupilla si rivolge in un senso, che esprime la risultante delle due forze in azione; di tal che considerando la base dell'orbita come un cerchio, la pupilla per i movimenti dei muscoli retti può portarsi in tante direzioni quanti sono i raggi di questo cerchio, e così l'estensione della vista, messa pure a calcolo la mobilità del capo, riesce grandissima.

Dei due *muscoli obbliqui* il superiore, o *grande obbliquo*, viene dal forame ottico, poi il suo tendine giunto all'angolo superiore interno dell'orbita passa per una piccola troclea, si riflette in dietro e si va a fissare alla parte posteriore ed esterna del globo oculare; per tale disposizione del suo tendine il grande obbliquo se ruota l'occhio da fuori in dentro sull'asse antero-posteriore, volge pure la pupilla in basso ed un poco in fuori. L'*obbliquo inferiore* invece, o *piccolo obbliquo*, ha una disposizione del tutto opposta, cioè dall'estremità interna del margine orbitale inferiore si dirige in fuori, in dietro ed in alto, e si fissa sul globo oculare, precisamente fra l'entrata del n. ottico e l'attacco del m. retto esterno, cioè sotto l'inserzione del tendine del m. grande obbliquo, il piccolo obbliquo contraendosi gira l'occhio da dentro in fuori, e porta leggermente in alto ed in fuori la pupilla; gli obbliqui servono pure per mantenere diritti gli occhi negli abbassamenti laterali del capo.

I quattro muscoli retti operando di concerto possono produrre un leg-

(1) Il centro di rotazione dell'occhio è in media, secondo *Donders*, a 13mm,557 in dietro del culmine della cornea, o a 10mm in avanti della superficie posteriore della sclerotica; quindi non coincide col punto nodale o centro ottico, che trovasi a 7mm,5236 dietro il culmine della cornea.

giero infossamento del globo oculare nell'orbita, infossamento, che è contrastato dalla resistenza del n. ottico, della massa adiposa retro-oculare, dalla *capsula del Tenone*, che fissa l'occhio al contorno dell'orbita, e dalla opposizione dei due m. obbliqui. Nei solipedi poi e nei ruminanti l'occhio s'infossa molto per la contrazione del m. campaniforme.

I due occhi presentano sempre fra loro movimenti coordinati, affine di mantenere il parallelismo o la convergenza delle due linee visuali. Dicesi *linea visuale* quella linea che passa fra il punto fissato dell'oggetto e il centro di rotazione del globo oculare; per la visione a distanza (accomodazione all'infinito) le due linee visuali sono parallele, invece nell'accomodazione per oggetti vicini le due linee visuali sono convergenti, sia in un piano orizzontale, sia sopra che sotto dello stesso. Finchè i muscoli esterni dell'occhio sono integri, i loro movimenti riescono coordinati e spediti, che se uno o più di essi cadono in paralisi o vengono presi da spasmo, allora mancherà il parallelismo delle linee visuali nella visione in lontananza, e la esatta e simmetrica convergenza delle stesse nella visione in vicinanza, in questi casi si ha il così detto *strabismo*.

I muscoli esterni dell'occhio sono innervati dal 3.°, 4.° e 6.° paio, cioè dall'*oculomotore* per i retti superiore, inferiore, interno e piccolo obbliquo, dal *trocleare* per il grande obbliquo, e dall'*abducente* per il retto esterno.

Spazio visuale binoculare — Guardando con un solo occhio nello spazio, l'individuo vede un campo pressochè circolare, un poco più esteso trasversalmente che di sotto in sopra, e coll'occhio di un lato può guardare verso il lato opposto in senso orizzontale finchè lo permette la radice del naso, menando per conseguenza l'ultima linea visuale interna tangente alla glabella; se ora l'individuo apre l'altro occhio, lo spazio visuale diviene molto più esteso in senso trasversale, ma non da corrispondere al doppio del campo monoculare, giacchè i due campi monoculari per un gran tratto si sovrappongono, e i limiti della sovrapposizione sono rappresentati appunto dalle due ultime linee visuali interne, tangenti alla glabella. Nella *f. 200. T. IX. a o* sono i due occhi, *c* è l'ostacolo interno alla visione nella glabella, *e i* sono i due ostacoli esterni nelle due tempia; l'occhio *a* per la sua rotazione sull'asse verticale può disporsi in modo da avere le sue due ultime *linee visuali*, esterna ed interna, in *v s* e *v r*, e l'occhio *o* le avrà in *x y* e *x z*; il campo visivo adunque dell'occhio *a* sarà *s z r*, ed il campo visivo dell'occhio *o* sarà *y r z*. Come si vede nella figura, e come risulta dall'esperienza, i due campi monoculari si sovrappongono per un certo tratto, cioè in *z r*, ed è appunto questo il tratto della visione binoculare, nel quale gli oggetti si veggono relativamente distinti ed in rilievo, laddovechè in *z s* ed in *r y* si veggono confusi e tutti in un piano. Questo tratto visuale binoculare per la visione all'infinito diviene *m n*, essendo le due visuali parallele, ed in tal caso tutti gli oggetti collocati all'infinito (cioè oltre i 65 metri) si vedranno unici e relativamente distinti; invece se si accomodano gli occhi per la

vicinanza, ad es. fissando il punto *u*, le due visuali diverranno convergenti, lo spazio visuale binoculare diverrà ristretto, ed il solo punto *u* sarà visto unico e distinto, laddovechè tutti gli altri punti dello spazio saranno visti doppii o confusi. Si veggono adunque *unici* sullo spazio binoculare i soli punti *fissati*, sui quali cioè s' incrociano le due linee visuali.

Ciò posto, si domanda: ammesso che le due linee visuali s' incontrino sul punto fissato, perchè questo punto dev' essere visto *unico* e non *doppio*, quante volte forma non una ma *due* immagini sulle due retine?—La spiega della visione unica con due immagini è stata data ammettendo nelle due retine i così detti *punti identici* o *corrispondenti*. Se in ciascun'occhio si tracciano infiniti meridiani sull' asse antero-posteriore e sull' asse bilaterale, questi meridiani tagliandosi tutti ad angolo retto divideranno le due retine in tante aree puntiformi simmetriche o corrispondenti, e che si toccano quando le due retine si sovrappongono nella loro disposizione naturale; in tal caso tutt' i *punti* compresi fra meridiani verticali ed orizzontali corrispondenti saranno fra loro corrispondenti od *identici;* onde nella *f. 201. T. IX.* il punto *a* è identico ad *a'*, il punto *c* a *c'*, il punto *o* ad *o'* ec., e le due foveole centrali *v v'* sono anch' esse identiche fra loro.

Lo stimolo meccanico circoscritto e ben localizzato sulle due retine ci rende convinti della esistenza dei punti identici; infatti se un' individuo in una stanza perfettamente oscura comprime colle dita il lato esterno dell'occhio destro ed il lato esterno dell' occhio sinistro (rivolti entrambi verso la glabella), egli per lo stimolo meccanico sulla retina vedrà due cerchi luminosi nello spazio (*fosfeni*), uno verso destra per l' occhio sinistro, ed un' altro verso sinistra per l' occhio destro; dunque i due punti impressionati non sono identici, perchè riferiscono l' impressione a due punti diversi dello spazio. Invece se l' individuo comprime con un certo studio il lato esterno dell' occhio destro e l'interno dell'occhio sinistro (stando entrambi gli occhi rivolti a sinistra), vedrà verso sinistra un solo anello luminoso, od almeno due che si sovrappongono; dunque in questi due lati delle retine si trovano senz' altro i *punti identici*, giacchè impressionati contemporaneamente, riferiscono l' impressione ad un solo punto dello spazio. Continuando a sperimentare in tal modo, ciascuno si potrà convincere come non solo il lato esterno di un' occhio è identico coll' interno dell' altro, ma ancora come la parte superiore o la inferiore di una retina sia identica colla superiore od inferiore dell' altra.

Ammessa la esistenza dei punti identici nelle due retine, si stabilisce la legge che se uno stesso punto luminoso *impressiona simultaneamente due punti identici*, dev' essere visto come *unico* e non come *doppio*, giacchè le due immagini si riferiscono a uno stesso punto nello spazio e quindi producono nell' individuo una sola impressione.

Tutti i raggi adunque che cadono sui punti identici, allorquando si fissa un dato oggetto, debbono tutti convergere e riunirsi nello spazio sul-

l'oggetto stesso; quindi perchè i punti identici vengano in giuoco, e perchè l'individuo veda l'oggetto *unico*, bisogna che quest'ultimo sia *fissato* dai due occhi bene accomodati, altrimenti i suoi raggi cadendo su punti non identici daranno una doppia impressione. In fatti fissando bene con i due occhi un punto nero su di una carta bianca, questo si vede *unico* quando i due occhi sono liberi nei loro movimenti, ma se invece un'occhio resta libero fissando l'oggetto, e l'altro con un dito si porta colla pupilla in alto, in basso, o verso i lati, il punto immediatamente si vedrà *doppio*, e l'immagine corrispondente all'occhio in movimento girerà in ogni senso attorno all'altra fissata, e ciò a volontà dell'individuo. Lo stesso avviene quando fissato coi due occhi il punto sulla carta, quest'ultima si porta in qua od in là sul tavolo, e si lascia libero a seguirla un'occhio soltanto, mentre l'altro si tiene fermo con un dito; a misura che il punto si allontana, l'immagine formandosi su punti non identici, apparisce doppia.

In che modo si pongono in relazione con i centri nervosi i *punti identici* delle retine? — Si è detto innanzi che essi impressionati contemporaneamente dallo stesso agente dànno nel centro una sola sensazione riferibile in un solo punto dello spazio. La ragione di questo fatto potrebbe stare nella particolare disposizione e distribuzione delle fibre dei due nervi ottici nelle due retine, cioè per lo scambio di fibre che avviene nel chiasma ogni retina viene provvista ad un tempo delle fibre di entrambi i nervi ottici, le quali in esse sarebbero disposte in modo *identico* e corrispondente, val dire il nervo ottico destro andrebbe a formare le due metà sinistre (*f. 202. T. IX*); onde la impressione fatta sulle due metà omonime (punti *identici*), arriverebbe al centro per una sola via, e da ciò l'unica sensazione. Che se gli assi visuali non serbano una disposizione simmetrica, come nello strabismo, allora uno stesso punto luminoso impressionando ad es. le due parti *esterne* delle due retine (punti *non identici*), darà senza dubbio una doppia sensazione, giacchè arriva al centro per due vie.

L'uomo avendo d'ordinario i *due* occhi aperti alla luce, è naturale che di tutt'i raggi luminosi che penetrano per le pupille, alcuni, anzi molti, provenienti dagli stessi oggetti, andranno a cadere sui punti identici delle due retine; quindi vi deve essere una certa parte dello spazio visuale binoculare, nella quale l'individuo cogli occhi in riposo deve vedere più distinti gli oggetti ed unici; ora l'*insieme* dei punti luminosi dello spazio, che fanno la loro immagine sui punti *identici* delle due retine, dicesi *oroptero*.

G. Müller avendo messa fuori la dottrina dei punti identici, ne trasse come conseguenza la forma e la disposizione dell'oroptero; egli infatti faceva passare una circonferenza per tre punti dati (*f. 203. T. IX*), val dire i due punti nodali *o o* e l'oggetto fissato in *a*, in *b*, o in *c*, e diceva: qualunque punto, esistente su questa circonferenza doversi vedere unico e non doppio, cadendo la sua immagine su punti identici. Secondo lui il piano della circonferenza era orizzontale, e prolungato nei due occhi divideva le

retine in due parti eguali, superiore ed inferiore. Il *Müller* però con una tale forma e disposizione dell'oroptero non considerò l'azione dei punti identici superiori ed inferiori delle due retine, ciò che in fatti non è, giacchè non solo in senso orizzontale, ma ancora in senso verticale si veggono per un certo spazio gli oggetti unici e distinti. A tal'uopo *Meissner* ha determinato la forma dell'oroptero, considerando innanzi agli occhi due piani, uno orizzontale, sul quale hanno azione le parti laterali delle due retine, ed uno verticale per l'azione delle parti superiore ed inferiore delle stesse. Tenendo *fissi* gli occhi sull'incontro di questi due piani (a una data distanza dalla glabella), e facendo scorrere su ciascuno di essi un punto luminoso, quando questo si vede unico e distinto è segno che ivi incomincia l'oroptero, e quando ricomparisce doppio o confuso là termina. Da molti esperimenti ripetuti con questo metodo *Meissner* ha conchiuso che il limite dell'oroptero verticale *linea dell'oroptero* non è perpendicolare all'oroptero orizzontale, bensì vi è alquanto inclinato, giacchè un punto che scorre sul piano verticale per tutto il tratto nel quale si può vedere unico, non serba sempre cogli occhi la stessa distanza, ma se ne allontana in alto e vi si avvicina in basso; onde l'oroptero verticale è inclinato d'avanti in dietro e da sopra in basso. L'oroptero infine si è visto che cambia di forma, estensione e disposizione a seconda la posizione degli occhi.

Giudizio sulla profondità — Il giudizio sulla terza dimensione dei corpi è fondato sulle condizioni seguenti:

1.ª Le due immagini di un'oggetto *solido* sulle due retine non sono perfettamente eguali, e in ciascuna si trova e manca qualche cosa, che manca e si trova nell'altra; se guardiamo in profilo la nostra mano destra, col pollice rivolto verso noi, ci convinceremo che le due immagini non sono eguali; infatti, chiuso l'occhio sinistro, il destro vede soltanto il pollice e la faccia dorsale, e chiuso invece quest'ultimo, il sinistro vede il pollice e la faccia palmare; i due occhi poi tenuti aperti veggono nell'insieme il pollice e le due facce, dorsale e palmare, e questo appunto ci fa vedere l'oggetto *solido* e non *in piano*, nel quale ultimo caso o si chiude l'occhio destro o il sinistro, si vedrà sempre la stessa cosa. Del pari se si colloca dinanzi ai due occhi per il suo vertice una piramide tronca (*f. 204. T. IX.*), l'individuo la giudicherà solida, perchè l'immagine nell'occhio destro *a e i c* è diversa da quella dell'occhio sinistro *o u x v*. Sul principio della differenza delle due immagini di un'oggetto solido è costruito lo *stereoscopio* (*f. 205. T. IX*), in cui *a o* sono i due occhi, *e i* due disegni rappresentanti le due immagini, per l'occhio destro cioè e pel sinistro, di uno stesso corpo solido, e *v s* due lenti prismatiche, capaci di deviare i raggi *s i* e *v e* in *s x* e *v x*; è appunto nel punto *x* che sovrapponendosi le due immagini stereoscopiche dànno all'individuo la illusione completa di un corpo solido (*Brewster*).

2.ª Se l'oggetto è *in piano*, allora fatta un' accomodazione, questa basta per osservare tutt'i punti dell' oggetto; ma se l'oggetto è *solido* od *in rilievo*, per vederne bene tutt' i punti vicini e lontani, l'individuo deve fare successive accomodazioni, e dal maggiore o minore sforzo di accomodazione si giudica del maggiore o minore rilievo.

3.ª I movimenti esterni degli occhi infine ed i movimenti del capo contribuiscono molto, pel giudizio sulla profondità, giacchè per essi l' individuo cerca di *scorrere* colla vista attorno all' oggetto solido, e non già di fissarlo in una sola direzione.

Giudizio sulla grandezza e *sulla distanza* — Il giudizio sulla grandezza si fonda sopra la grandezza della immagine sulla retina, o, ciò che vale lo stesso, sull' ampiezza dell' angolo visuale; questo giudizio però è relativo all' altro sulla distanza, giacchè l' angolo visuale per oggetti collocati alla stessa distanza varia colla grandezza degli stessi, invece per oggetti della stessa grandezza, ma collocati a diverse distanze l' angolo visuale aumenta col diminuire la distanza, e nello stesso tempo aumenta la chiarezza e la precisione dell' oggetto. Il giudizio sulla distanza poi tiene allo sforzo di accomodazione, che ciascun'individuo col lungo esercizio impara a ben valutare. Questi due giudizii in generale sono molto più facili e sicuri quando sono *relativi* ad altri oggetti noti, anzichè quando sono *assoluti*, nel qual caso sono frequenti i giudizii falsi.

Giudizio sulla direzione — L'immagine sulla retina è piccola e capovolta, ora perchè l' oggetto si giudica diritto e nelle dimensioni normali? — Per la ragione che l' individuo non vede mai l' immagine nei proprii occhi, invece deve riferirla nello spazio, e proprio nella direzione o nel prolungamento dei raggi penetrati nell' occhio; quindi l' immagine viene riferita nello spazio precisamente al sito dell' oggetto, il quale perciò si vede diritto e grande. Il giudizio sulla direzione spesso può esser falso, massime per la contemporanea presenza di altri oggetti in direzioni speciali, capaci di alterare apparentemente la direzione dell' oggetto fissato, come succede per le due linee *parallele* della *f. 206. T. IX*, che in *a* sembrano convergenti nel mezzo, e in *b* convergenti verso gli estremi (figure di *Zöllner*).

Giudizio sul moto o riposo — Tiene al moto o riposo dell' immagine sulle retine, stando noi col capo relativamente fisso; in tal caso, una volta fissato un' oggetto, se questo cambia sito, lo si vedrà confuso, e per vederlo di nuovo distinto vi si dovrà condurre dietro lo sguardo cioè il punto di convergenza degli assi visuali. Qualche volta l' individuo riceve l' impressione di un movimento *illusorio* di un dato oggetto e ciò quando l' oggetto è fisso e l' individuo quantunque relativamente in moto, pure al momento non è ben convinto del suo moto, ad es. andando in ferrovia si veggono correre gli alberi e le case, perchè non si osserva il moto del treno sulle rotaie. Nella *vertigine* poi questa illusione raggiunge il suo grado massimo, giacchè in tal caso, per disturbi particolari nell'apparecchio nervoso, è alterato

il rapporto fra gli eccitamenti che ci vengono per la via dei sensi, e gli eccitamenti della volontà sugli organi del movimento; in altri termini questi ultimi sono diretti non più secondo le impressioni adeguate che si ricevono, bensì secondo le allucinazioni; e in tal modo ci sembra che noi stessi ci muoviamo, ovvero che tutti gli oggetti ci si muovano d'intorno, onde ne viene che il movimento ci sospinge sempre male, e noi facilmente perdiamo l'equilibrio.

Mezzi di protezione dell'organo della vista — Si riassumono nelle palpebre e nell'apparecchio lagrimale.

Le *palpebre* sono due veli mobili, muscolo-membranosi, di cui la superiore coll'elevarsi od abbassarsi permette od impedisce alla luce di penetrare nell'occhio. Allo esterno le palpebre hanno una pelle delicata, e dotata di squisita sensibilità tattile, con poche glandule sudorifere e scarsi peli di lanugine (*f. 207. T. IX*); la palpebra superiore però là dove comincia, è proprio sul bordo orbitale superiore, è fornita di lunghi peli e rigidi, rivolti allo esterno ed in basso (*sopracciglio*), e destinati a deviare dall'occhio il sudore della fronte. La pelle delle palpebre al loro bordo libero si continua colla *mucosa congiuntivale*, la quale tapezza la faccia posteriore delle palpebre e l'anteriore del globo oculare; questa congiuntiva è una mucosa delicatissima, sottile, cedevole, costituita da connettivo lamellare con fibrille elastiche, ricoperto da epitelio pavimentoso stratificato (1), ed è munita di vasellini flessuosi, di un sottilissimo plesso nervoso, e di piccole glandulette mucipare acinose, il prodotto serve a lubrificare il globo oculare per il libero movimento delle palpebre; nel connettivo della congiuntiva trovansi pure sparpagliati dei piccoli follicoli linfatici. L'apertura delle palpebre presenta due angoli, uno interno o grande angolo, e l'altro esterno più acuto e disposto alquanto più in alto; all'angolo interno, oltre alla origine dei due condotti escretori delle lagrime, si nota un piccolo mammellone, detto *caruncola lagrimale*, che è ricoperto dalla congiuntiva e che è costituito da un'ammasso di piccole glandule mucipare con piccoli bulbi piliferi; indietro della caruncola poi e verso lo esterno si nota una plica mucosa verticale, detta *membrana ammiccante*, la quale in molti mammiferi e negli uccelli è molto sviluppata e mobile, e costituisce la *terza palpebra*.

Il margine palpebrale è alquanto spesso e presenta due bordi, o spigoli, uno interno e l'altro esterno; al bordo interno si aprono i dottolini di certe glandule acinose a grappolo, dette *glandule del Meibom*, le quali dànno un'umore sebaceo atto a facilitare, insieme al muco, lo scorrimento dei margini palpebrali sull'occhio, non che ad impedire la fuoriuscita degli umori acquosi dal sacco congiuntivale; al bordo esterno poi si trovano grossi peli lanciolari, detti *ciglia*, diretti allo innanzi, i quali sono muniti ciascuno di

(1) Quest'epitelio si continua con l'epitelio anteriore della cornea.

una grossa glandula sebacea, e servono sia come organi di tatto a fare avvertire gli oggetti che si avvicinano all'occhio, onde è quasi impossibile lasciarsi toccare le ciglia senza eseguire colle palpebre ripetuti ammiccamenti, sia pure ad impedire la penetrazione di pulviscoli o di insettolini nel sacco congiuntivale, e ciò riunendosi le ciglia superiori colle inferiori, che formano come un feltro.

Fra la pelle e la congiuntiva palpebrale trovasi l'apparecchio motore delle palpebre, costituito da una parte passiva, cioè le due *lamine tarsali*, estese trasversalmente nelle palpebre presso ai margini, e da una parte attiva che sono i muscoli. Le lamine tarsali sono resistenti, flessibili ed elastiche, e risultano di connettivo, in cui trovansi disposte in serie le glandule del Meibom; ciascuna lamina è fissata al margine superiore od inferiore dell'orbita mercè una membrana fibrosa, detta *legamento palpebrale*. I muscoli comuni alle due palpebre sono l'*orbicolare* ed il *retrattore;* il primo è fatto di fibre arcuate, come negli sfinteri, e si distingue nella porzione esterna o periferica (*m. orbicolare dell'orbita*), che contraendosi corruga e raggruppa la cute del contorno dell'orbita, e nella porzione interna o centrale (*m. orbicolare delle palpebre* o *ciliare di Riolano* (1), che opera proprio la chiusura delle palpebre. All'angolo interno dell'occhio alcuni fascetti del m. orbicolare non si fissano al tendine o legamento ma si riflettono e si dispongono dietro ai canaletti lagrimali (*m. di Horner*). Oltre all'orbicolare, le due palpebre sono provviste del così detto *m. retrattore*, scoverto da *H. Müller*, che consiste in un sottile strato di fibre muscolari lisce, le quali venendo dal di dietro per ciascuna palpebra, si fisserebbero al margine della lamina tarsale corrispondente; l'azione dunque del m. retrattore sarebbe di fissare indietro le palpebre; divaricandone la rima. Infine la palpebra superiore è provvista del *m. elevatore proprio*, il quale nasce dalla guaina del n. ottico presso il forame ottico, viene allo innanzi a mo' di nastro carnoso e si fissa aperto a ventaglio sul margine orbitale del tarso; contraendosi, eleva il tarso, e quindi tutta la palpebra superiore.

L'apertura delle palpebre è sempre *volontaria*, la chiusura invece può essere *volontaria*, può essere *riflessa* per stimoli sulla congiuntiva, sulla cornea e per la luce intensa, e può essere infine *automatica*, cioè in seguito ad eccitamenti che d'ordinario non sono avvertiti dalla coscienza, come nell'*ammiccamento*, che si fa per eliminare il pulviscolo dalla cornea, e per tenerla sempre spalmata di muco.

I muscoli palpebrali vengono animati da varii nervi, quali sono il *fac-*

(1) Gli ultimi fascettini arciformi di questo muscolo estendendosi fino al margine delle palpebre, è naturale che impigliano fra loro i dottolini escretori delle glandule di Meibom, e colla contrazione ne facilitano il vuotamento; questi fascettini secondo *Albini* costituiscono un muscolo speciale, detto per conseguenza *muscolo di Albini*.

ciale per l'orbicolare, il *simpatico* per il retrattore, e l'*oculomotore* per l'elevatore della palpebra superiore.

L'*Apparecchio lagrimale* è un'altro mezzo di protezione dell'occhio e serve col suo umore (l'umore lagrimale) a tenere umida e netta la superficie anteriore trasparente del globo oculare.

L'*umore lagrimale* è prodotto dalla glandula lagrimale, la quale si alloga nella fossetta lagrimale del frontale, ed è formata da un aggregato di piccole glandule a grappolo (*Frey*) (di tubuli secondo *Albini*), da cui derivano 7 a 10 dottolini, costituiti da connettivo ed epitelio cilindrico, che perforano il sacco congiuntivale in alto ed allo esterno. L'*umore lagrimale* è alcalino, e si compone (su 1000) di acqua 982, e di sostanze solide 18, fra le quali 5 di albumina e 13 di cloruro di sodio, più qualche traccia di grasso, di sostanze estrattive e di altri sali; esso avviatosi per i dottolini escretori, scorre nel sacco congiuntivale, ivi col moto della palpebra superiore netta la superficie della cornea, e poi sia per il proprio peso, che per i movimenti stessi delle palpebre si colligge nell'angolo interno dell'occhio, e proprio nel *lago lagrimale*, in cui aprendosi liberamente i due *punti lagrimali* (*f. 208. T. IX*), viene da questi assorbito, ed avviato poi per i due *canaletti lagrimali* nel *sacco lagrimale*, tapezzato internamente da epitelio vibratile; ad ogni contrazione del m. orbicolare, come nell'ammiccare, il sacco, compresso dal tendine dello stesso muscolo, si svuota pel *canale nasale* nella cavità nasale corrispondente, ove l'umore lagrimale in parte si mescola al muco nasale, ed in parte viene deglutito; l'assorbimento dell'umore per i due punti lagrimali è dovuto sia alla capillarità dei due canaletti, sia all'aspirazione esercitata dal sacco allorchè il m. orbicolare si rilascia. Divenendo abbondante la secrezione dell'umore lagrimale, come nel *pianto* per patemi d'animo, lo si vede colare dalla rima palpebrale in forma di *lagrime*; questa secrezione aumenta pure per stimoli sulla congiuntiva, stabilendosi in tal caso il riflesso per via del trigemino, dal quale la glandula lagrimale è innervata.

CAPITOLO III°

ORGANI DEL MOVIMENTO

In questo Capitolo si farà parola soltanto dei movimenti nelle diverse parti del corpo, o dell'intero corpo, dovuti ai muscoli striati volontarii, e non dei movimenti dei visceri, dovuti ai muscoli lisci involontarii, essendosi di questi già parlato nella vita vegetativa; come pure non si parlerà del movimento sarcodico e vibratile, di cui si è fatto parola nelle generalità sulla cellula animale (p. 29).

Lo studio della disposizione anatomica dei singoli muscoli dello scheletro e del loro ufficio si fa in Anatomia Descrittiva, ed è interamente dimostrativo; invece alla Fisiologia non spetta che di esaminare le condizioni meccaniche e gli effetti dei *movimenti coordinati generali*, massime di locomozione del corpo, e dei *movimenti coordinati speciali*, dovuti cioè ai singoli gruppi muscolari, fra cui sono notevoli i movimenti per la *voce* e per la *parola*.

Perchè lo studio sui movimenti riesca preciso e completo bisogna ordinarlo nel seguente modo:

1.° *Anatomia fisiologica degli organi attivi e passivi della locomozione*, val dire studio dei muscoli, dei tendini delle aponevrosi, delle cartilagini delle ossa e dei loro modi di unione in generale;

2.° *Meccanica generale dell'apparecchio di locomozione*, che riguarda le considerazioni generali sullo scheletro e sulle sue articolazioni, e la disposizione dei muscoli sulle ossa;

3.° *Attitudini dell'apparecchio di locomozione*, cioè le stazioni o posizioni del corpo in generale, che sono la coricata, la seduta e la eretta, ciascuna delle quali richiede le condizioni di equilibrio del corpo;

4.° *Movimenti coordinati generali per la locomozione*, che si riducono al passo, al cammino, al salto, alla corsa ed al nuoto;

5.° *Voce e Parola*, val dire lo studio anatomico e fisiologico degli organi che ha l'uomo per produrre suoni e per articolarli.

§ 1.° — *Anatomia fisiologica degli organi attivi e passivi della locomozione.*

Gli organi *attivi* della locomozione sono i muscoli, ed i *passivi* sono i tendini, le aponevrosi, le cartilagini, le ossa ed i loro mezzi di connessione.

I *muscoli* volontarii attaccati alle ossa risultano dalla riunione delle fibre muscolari striate, il cui studio anatomico e chimico è stato fatto nel 1° Cap. della Vita Animale. Queste fibre, limitata ciascuna dal suo sarcolemma, sono tenute insieme da scarso connettivo areolare, detto perimisio, nel quale decorrono i vasi e i nervi del muscolo; le trabecole del perimisio spesso terminano e si fissano a lamine fibrose aponevrotiche, che o decorrono nel mezzo del muscolo, o pure lo avvolgono e lo chiudono come in un'astuccio. Le fibre muscolari per il loro decorso sono libere nel perimisio, invece per i loro estremi sono aderenti, anzi si continuano con cordoncini fibrosi, i quali affasciati costituiscono i *tendini*, destinati a congiungere i muscoli colle ossa. Il tendine esiste sempre agli estremi delle fibre muscolari, e può consistere ora in funicoli o nastrini, ed ora in un piccolo strato fibroso, che connette le fibre muscolari alle ossa. Per molto tempo si è ritenuto che il tendine non fosse altro che la continuazione del sarcolem-

ma, ma oggi si è dimostrato essere il tendine una qualche cosa di estraneo, giacchè facendo bollire un muscolo nella soluzione di potassa (*Weissmann*) si dissolve una specie di cemento ai capi delle fibre, per cui queste si staccano dai loro tendini, cui erano unite solidamente, rimanendo integro il sarcolemma (*f. 103. T. IV*).

Il tendine risulta di tessuto connettivo duro, compatto ed inestensibile in cui la parte cellulare è scarsa, e la parte intercellulare è abbondante ed indurita; quest'ultima è disposta in fasci o funicoli, cilindrici o prismatici, decorrenti longitudinalmente ed intrecciati fra loro, i quali, oltre ad essere forniti di poche fibre elastiche sottili (*Frey*), presentano nei loro interstizii i corpuscoli del connettivo fusiformi o stellati, con processi canaliculati comunicanti (*f. 23. 24. T. I*). I tendini hanno pochissimi vasi, ma non mancano di nervi di senso, per cui al taglio dànno dolore.

Le *ossa*, cui si fissano i tendini, rappresentano nel corpo le leve che debbono venir mosse dalle potenze muscolari, e per le quali l'individuo riesce a vincere le resistenze esterne.

Il tessuto osseo presenta due varietà, cioè la compatta, come nelle diafisi, nei tavolati ec., e la spugnosa; la prima è dura e resistente, ed ha allo stato fresco il 3 al 7 % di acqua, invece la seconda è friabile e meno resistente, ed ha il 12 al 30 % di acqua (*Stark*), la quale si deve in gran parte al sangue di cui la sostanza spugnosa a differenza della compatta è abbondantemente provvista.

L'osso colla calcinazione perde circa il 30 % di sostanza organica, e rimane circa il 60 % di sostanza minerale; la prima è rappresentata dall'*osseina*, e la seconda dai *sali terrosi*, la prima dà all'osso la elasticità, e la seconda la durezza, la prima predomina nelle ossa dei ragazzi e la seconda nelle ossa dei vecchi, infine la prima si isola colla macerazione dell'osso nell'ac. cloroidrico, il quale per ciò diviene trasparente e flessibile, e la seconda si isola colla calcinazione, che rende l'osso bianco, duro, opaco e fragilissimo.

L'analisi centesimale comparativa fra la sostanza compatta e la sostanza spugnosa di un femore umano secco è la seguente (*Bibra*):

	sostanza compatta	*sostanza spugnosa*
Materia organica (osseina)	31.47	35.82
Materia minerale	68.53	64.18
	100.00	100.00
	—	—
Fosfato e fluoruro di calcio	58.23	42.82
Carbonato di calce	8.35	19.37
Fosfato di magnesia	1.03	1.00
Sali solubili	0.92	0.99
	68.53	64.18

Riguardo alla struttura anatomica, l'osso si presenta costituito da cellule e da sostanza intercellulare; le prime sono piccole cellule di connettivo, leggermente stellate e con processi canaliculati, che si sono metamorfosate in cellule ossee, e la seconda risulta dallo insieme della sostanza organica (l'osseina) e della sostanza minerale, cioè fosfato e carbonato di calce e di magnesia.

Praticando nella sostanza compatta dell'osso una sezione longitudinale, si osserva in questa un reticolo di canali scavati sulla sostanza ossea (*canali di Havers*), in cui decorrono appunto i vasi, costituiti soltanto da poco connettivo allo esterno e da epitelio fusiforme allo interno (*f. 110. c. T. IV*); questi vasi comunicano tutti alla superficie dell'osso sia coi piccoli vasi del periostio, sia colla grossa arteria nutritizia dell'osso; essi decorrono prevalentemente in senso longitudinale, si scambiano dei rami anastomotici, e per mutarsi da arteriosi in venosi non si riducono in capillari, bensì giunti ai capi articolari formano delle anse nella sostanza spugnosa, dalle quali si originano le vene dell'osso. Attorno a ciascun canale di Havers, il cui lume medio oscilla fra 0mm,112 e 0mm,113, si dispone in tante *lamine concentriche* (ciascuna spessa da 0mm,004 a 0mm,012) la sostanza ossea (osseina e sali terrosi), la quale, secregata dalle cellule ossee, nel depositarsi rimane dei piccoli spazii ellittici, destinati all'allogarsi delle cellule ossee, spazii che comunemente si dicono *cavità* o *corpuscoli ossei;* tutte queste cavità (*f. 112. a. T. IV*) non hanno la parete continua, bensì questa è interrotta da canaletti esilissimi (del diametro fra 0mm,001 e 0mm,002) e ramificati, che si estendono da una cavità all'altra, e tra le cavità ad i canali di Havers, tanto che facendo una sezione trasversale nella sostanza ossea compatta (*f. 111. T. IV*), si notano di tratto in tratto le sezioni dei canali di Havers *c c*, circondate dalle lamine ossee concentriche *x x*, fra queste sono allogati i corpuscoli ossei *o o*, e poi sia fra i corpuscoli, che fra questi ed i canali di Havers si veggono innumerevoli canalicoli, i quali avendo un lume minore dei globuli ematici, non ricevono altro dai vasi sanguigni che il plasma nutritizio, destinato alla nutrizione delle *cellule ossee* (1).

La sostanza spugnosa dell'osso poi risulta da tante trabecole o lamelle ossee intrecciate, fra cui si notano degli ampii spazii, destinati a contenere vasi sanguigni e cellule adipifere; queste lamelle constano di cellule ossee ramificate e di sostanza ossea intercellulare.

Se il tessuto osseo rappresenta la modifica dura del connettivo, il *tessuto cartilagineo* rappresenta la modifica semidura. La cartilagine può essere temporaria o di ossificazione, e permanente; la prima si trova nello scheletro del feto, e la seconda rimane nell'adulto per tutta la vita alla super-

(1) Oltre alle lamelle ossee *speciali* o proprie dei canali di Havers, l'osso presenta alla sua parte periferica delle lamelle *comuni* o generali, che involgono tutto l'osso.

ficie dei capi articolari delle ossa, all'estremo anteriore delle costole, alla laringe, alla trachea e bronchi, al naso, all'orecchio ec.

La cartilagine in generale si compone di cellule e sostanza intercellulare, ed a seconda le modifiche di quest'ultima si hanno varie specie di cartilagine, che sono: la *cellulare*, la *ialina*, la *reticolata* od *elastica*, e la *fibrosa* o *fibro-cartilagine*.

La cartilagine *cellulare* consta di grosse cellule rotonde, nucleate e senza materia intercellulare distinta; essa costituisce nel feto la corda dorsale. La cartilagine *ialina* o *d'incrostazione* trovasi alla superficie dei capi articolari delle ossa; si compone di cellule rotonde od ellittiche, semplici o proliferate (*f. 106 T. IV.*), e di una sostanza intercellulare perfettamente trasparente, che alla ebollizione dà la condrina (1); questa sostanza viene secregata dalle cellule e vi si deposita allo intorno, rimanendo attorno a ciascuna di esse un piccolo spazio circolare, ritenuto da alcuni Istologi come una seconda membrana cellulare. La cartilagine *reticolata* od *elastica* si trova nel padiglione dell'orecchio e nell'epiglottide; è una cartilagine ialina nella cui sostanza intercellulare si trova un reticolo fitto di fibre elastiche flessuose e gialle (*f. 108. T. IV*). La cartilagine *fibrosa* poi, che forma i dischi cartilaginei interarticolari, presenta fra le cellule molti fascetti di connettivo compatto intrecciati (*f. 107. T. IV*).

La cartilagine in generale non ha vasi, ne' nervi, ma tiene un rivestimento fibroso, il *pericondrio*, ricco di vasi e di nervi; il plasma, essudato da questi vasi sanguigni, per la sostanza intercellure si fa strada fino alle cellule; nelle cartilagini ialine d'incrostazione le cellule ricevono il plasma dai vasi dell'osso.

Le singole ossa dello scheletro si tengono unite fra loro per varii mezzi, che si riducono: 1.° alla forma stessa delle ossa, 2.° al tessuto fibro-cartilagineo, e 3.° alla capsula articolare. Le ossa riunite col primo mezzo sono del tutto *immobili* fra loro (sinartrosi), come ad es. i due parietali coll'occipitale (*unione suturale*), i due processi palatini del mascellare superiore (*unione dentata*), ed il temporale col parietale (*unione squamosa*). Le ossa riunite mediante dischi di cartilagine fibrosa sono *semimobili* (amfiartrosi), come le due ossa del pube, il sacro colle ossa innominate, le vertebre fra loro ec. (*unione per sinfisi* o *sincondrosi*). Infine le ossa congiunte col terzo mezzo, cioè con capsule articolari, sono fra loro *mobili* o *mobilissime* (diartrosi), come ad es. l'omero col radio (*articolazione a ginglimo*), l'osso innominato col femore (*articolazione a noce*) ec. Le ossa congiunte per articolazione mobile si tengono unite mercè la così detta *capsula articolare*, la quale è tutta chiusa ed aderente ai capi ossei, e risulta allo esterno di tessuto fibroso resi-

(1) La proporzione centesimale dei principii minerali della cartilagine aumenta coll'età, tanto che *Bibra* ha trovato nelle cartilagini costali 2.24 % di sali in un bambino di 6 mesi, 3.92 in una giovanetta di 25 anni, e 6.10 in un uomo di 40 anni.

stente, ed allo interno di epitelio pavimentoso, il quale tapezzata la membrana fibrosa si estende anche sulle cartilagini d'incrostazione (*f. 212. T. X*) per renderle ancora più levigate. Spesso sulla faccia interna della capsula articolare si trovano delle piccole eminenze o mammelloni, i quali risultano nient'altro che di adipe ricoperto da epitelio (*glandule dell'Havers*). Nella capsula articolare si trova la *sinovia*, cioè un liquido albuminoso, mucoso, denso, filante, trasparente, prodotto dalla metamorfosi mucosa dell'epitelio della capsula, e che serve pel facile scorrimento delle superficie articolari fra loro. La capsula articolare s'inserisce sulle ossa un poco oltre delle superficie articolari, e così riesce a comprendere entrambi i capi delle ossa articolate; la estensione della superficie ossea compresa d'ordinario è in ragione diretta della estensione del movimento. Le capsule allo esterno presentano i *legamenti*, cioè alcuni nastrini fibroso-elastici, che si estendono da un capo articolare all'altro, e che seda una parte rinforzano la capsula, dall'altro costituiscono mezzi di limitazione dei movimenti; un'altro mezzo di limitazione si trova nella forma delle ossa, così la grandezza dell'olecrano e la sua sporgenza limita l'estensione dell'avambraccio; infine la pelle, le aponevrosi, i muscoli, gli organi vicini ec. limitano anch'essi i movimenti delle ossa articolate. Finalmente le superficie di queste ossa si mantengono fra loro costantemente in contatto, ad onta che la capsula sia molto estensibile, ciò avviene sopratutto per la pressione atmosferica, e le ossa si allontanano d'un colpo non appena nella capsula si lascia entrare un poco d'aria. Ciò si prova ad evidenza nell'articolazione a noce coxo-femorale, in cui il capo del femore è totalmente compreso dall'acetabolo; ora se nella parete di quest'ultimo si pratica un forellino, l'aria penetra nell'articolazione e le ossa si distaccano, ma rimettendo bene il capo nella sua cavità e turando col dito il forellino, il femore non cade più ancorchè sostenesse dei grossi pesi, e ciò si ottiene anche quando la capsula è stata recisa interamente sul bordo fibro-cartilagineo della cavità acetabolica.

§ 2.° *Meccanica generale dell' apparecchio di locomozione.*

Le ossa dello scheletro sono congiunte fra loro o per *sinartrosi*, o per *amfiartrosi*, o per *diartrosi;* il primo modo non permettendo alcuna mobilità, non offre considerazioni meccaniche di rilievo; invece gli altri due modi, permettendo movimenti più o meno estesi, richiedono uno studio speciale sul loro meccanismo.

L'unione per *amfiartrosi* si riduce alla sinfisi o sincondrosi, in cui cioè due ossa sono unite fra loro mediante un pezzo di fibro-cartilagine; questa unione è solida e resistente, le superficie ossee non cangiano mai di rapporto fra loro, e solo per la elasticità della fibro-cartilagine possono fra loro flettersi e torcersi, ma sempre limitatissimamente ed in ragione diretta

Digitized by Google

della spessezza del mezzo di unione. Le ossa così unite, come le vertebre fra loro, i due pubi ec., si trovano in equilibrio *stabile*, giacchè appena vengono allontanate dalla loro posizione normale, subito vi ritornano.

Le unioni ossee per *diartrosi* costituiscono le vere *articolazioni*, e le superficie ossee in tal caso mutano fra loro rapporto nei movimenti; le ossa così articolate si trovano in uno stato di equilibrio indifferente, cioè che portate in una posizione qualunque, vi si mantengono fino a che non venga un'altra forza ad allontanarnele. Per dimostrare ad evidenza un tal fatto bisogna eliminare la forza di gravità, la quale tende a dare alle ossa articolate sempre una determinata posizione; ciò si ottiene immergendo l'arto soggetto all'esperimento in una soluzione carica di cloruro di sodio, ove le singole parti dell'arto stesso conservano costantemente quella posizione che loro si dà, entro però i limiti permessi dalle articolazioni. L'equilibrio indifferente per le articolazioni mobili è opportuno ed utile per l'economia della forza muscolare, giacchè essendo possibili molti punti di equilibrio indifferente, bastano leggieri forze per smuovere le ossa.

I capi ossei riuniti per diartrosi possono avere varia *forma*, e da ciò i diversi *tipi* di articolazione, che si riducono: 1.° all'articolazione *piana*, 2.° alla *cilindrica* (modificata a *sella*, ad *elica*, *ovale* e *conica*), o 3.° alla *sferica* (che si modifica in quella a *rotazione* e nella *cilindro sferica*).

1.° Le ossa con superficie articolari *piane* sono unite mercè una piccolissima capsula circondata da robusti legamenti, e per la estensione assai limitata dei loro movimenti dovrebbero rientrare assieme alle sinfisi nelle amfiartrosi. L'articolazione *piana* si trova ordinariamente fra le ossa corte del carpo e del tarso, ove in luogo del movimento, serve piuttosto per la così detta *costruzione a volta* (sopratutto nel tarso), destinata come ben s'intende a sostenere enormi pesi. In queste volte le singole ossa sono tenute insieme dalla resistenza dei legamenti, ed in particolare di quelli giacenti alla faccia concava della volta, sui quali appunto convergono tutte le forze per distenderli e per romperli, e così convertire la volta in piano.

2.° Le superficie articolari *cilindriche* costituiscono l'articolazione *a cerniera* o *a ginglimo*. In questa articolazione una superficie articolare è convessa, ed un'altra è concava della stessa forma, e nel movimento l'una superficie scorre sull'altra soltanto intorno all'asse del cilindro, il quale, è perpendicolare all'asse delle due ossa.

L'articolazione a ginglimo presenta ordinariamente le così dette guide o *troclee*, cioè delle creste sporgenti su di un osso in corrispondenza di solchi sull'altro osso; queste troclee, come nell'articolazione omero-cubitale, guidano l'escursione delle ossa in un solo piano, e poi vi sono forti legamenti laterali che impediscono ogni movimento delle ossa in senso laterale.

Come modifica del ginglimo vi sono le articolazioni *conica*, *ovale*, *a sella* e *ad elica*.

L'articolazione *conica* si ha quando le superficie ossee in luogo di rap-

presentare sezioni di cilindro, rappresentano sezioni di cono, ed ordinariamente i ginglimi hanno superficie articolari coniche anzichè cilindriche.

Nell' articolazione *ovale* le superficie articolari possono muoversi sia intorno al piccolo diametro che intorno al grande diametro dell' uovo, come nell' articolazione radio-carpea.

L' articolazione *a sella* si compone di due superficie articolari, a forma l' una di troclea convessa, e l' altra di troclea concava, un' osso cioè cavalca sull' altro; le ossa così articolate possono, per la mancanza di legamenti laterali molto tesi, eseguire anche movimenti in senso laterale, come avviene nell' articolazione del primo metacarpo col trapezio.

Infine le articolazioni *ad elica* sono, come i ginglimi, fornite di troclee, soltanto che queste invece di stare normalmente all'asse di rotazione, sono disposte obbliquamente od a spira; quindi il piano di flessione delle ossa in questo caso cade obbliquamente sull' asse di rotazione; questa modifica del ginglimo si riscontra nell' articolazione del gomito, del ginocchio, e della gamba col piede.

3.° Le superficie articolari sferiche, costituiscono l' articolazione *sferica*. Un capo sferico può rotare in una cavità sferica soltanto intorno ad un solo diametro della sfera, che fa continuazione coll' asse di uno delle ossa, e dicesi in tal caso articolazione *a rotazione*, come la omero-radiale e l' atloido-assoidea; un capo sferico può rotare in una cavità sferica intorno a tutti e tre i diametri della sfera, ed allora si ha l' articolazione *a noce* (artrodia libera od enartrosi), come nella scapulo-omerale e nella coxo-femorale; e finalmente una cavità sferica può scorrere su di una superficie cilindrica, e si ha l'articolazione *mista* o *cilindro-sferica*, come tra i capi dei metacarpi o metatarsi e le falangi.

Volendo ora ridurre tutte le articolazioni *mobili* a varii ordini, secondo la direzione dei loro movimenti, o secondo gli assi di rotazione che in esse si trovano, si hanno:

1.° articolazioni *a un asse* (cilindrica, conica, ad elica ed a rotazione);
2.° articolazioni *a due assi* (ovale ed a sella);
3.° articolazioni *a tre assi* (a noce);
4.° articolazioni *a più assi* (cilindro-sferica o ginglimo-artrodia).

Lo *scheletro* dell'uomo si compone in generale di due parti, una *assile* o *centrale*, ed un'altra *periferica* od *appendicolare*; la prima è rappresentata dalla colonna vertebrale e dal cranio (*nevroscheletro*), che rinchiudono l' asse cerebro-spinale, e la seconda dalla faccia, dal torace, e dai cinti omerale e pelvico cogli arti corrispondenti.

La *colonna vertebrale*, vista in totalità, rappresenta due coni riuniti per le loro basi, uno superiore molto lungo, coll' apice in alto e la base in basso, costituito dalla porzione cervicale, dorsale e lombare, l' altro inferiore molto corto, colla base in alto e l'apice in basso costituito dalla parte sacrale e coccigea. La colonna, avente questa forma, si compone delle così

dette *vertebre*, ciascuna delle quali ha una porzione anteriore di forma cilindrica, ed un'altra posteriore a mo' di arco; la prima parte sovrapponendosi alle compagne costituisce appunto la colonna, della forma anzidetta, destinata a rappresentare nel corpo un'asse solido e flessibile nel tempo stesso, ovvero un fulcro principale, su cui pigliano punto d'appoggio le parti mobili. Queste porzioni cilindriche, o *corpi* vertebrali, sono tra loro riuniti da dischi di fibro-cartilagine, i quali essendo di un certo spessore ed elastici permettono alla colonna in totalità dei leggieri movimenti di flessione, di estensione e di torsione. L'altra parte della vertebra, allogata alla sua parte posteriore, è a mo' di arco, ed unita alle altre compagne forma un lungo astuccio, lo *speco vertebrale*, in cui trovasi il midollo spinale. Colla porzione sacrale la colonna è solidamente immessa nel cinto pelvico, e così il cono superiore rimane equilibrato in modo da poter reggere pesi non indifferenti, cioè la testa ed il tronco, i quali vi si attaccano tutti più verso la parte anteriore, trovandosi la colonna alla faccia dorsale del corpo. La colonna vertebrale non è diritta, invece si presenta curva a mo' di un S, e con tale disposizione la sua resistenza diviene, secondo i calcoli, circa cinque volte maggiore.

Il *cranio* si attacca alla colonna vertebrale, facendo con essa una non interrotta continuazione, giacchè, rimontando alla sua origine embrionale, la *base* del cranio non è altro che una continuazione della colonna, cioè una serie di corpi vertebrali, che in principio trovasi nello stesso piano di allineamento delle vertebre, ed in seguito si dispone ad angolo pressochè retto sull'apice della colonna vertebrale, e la *volta* rappresenta gli archi di queste vertebre, immensamente slargati, dovendosi adattare a contenere, non già il midollo spinale, ma l'enorme massa encefalica.

Il cranio può eseguire sull'apice della colonna dei movimenti di estensione e di flessione (aumentando e diminuendo l'angolo suddetto), che si compiono per l'articolazione a ginocchio o ginglimoidale dell'occipite coll'atlante, e dei movimenti di rotazione intorno all'asse della colonna vertebrale, che sono possibili per l'articolazione *a rotazione* dell'atlante coll'assoide.

La prima parte appendicolare del nervoscheletro è la *faccia*, che si riunisce saldamente alla parte anteriore ed inferiore del cranio. La faccia serve a contenere l'apparecchio di masticazione, costituito dai due archi mascellari e dai denti, non che gli organi dei sensi, cioè la vista, l'udito, l'olfatto e il gusto.

Un'altra appendice del nervoscheletro è il *torace*, il quale si attacca alla colonna vertebrale dorsale, e si compone di dodici paia di archi ossei, le *costole*, disposti da dietro in avanti e da alto in basso; questi archi se posteriormente s'inseriscono mobilmente alle vertebre, cioè per articolazione, anteriormente, o in modo diretto o mediante archi cartilaginei di aggiunta, si uniscono ai lati di un'osso piatto impari, mediano, detto *sterno*;

Digitized by Google

elevandosi tutti questi archi cogli estremi anteriori, dilatano il torace, e viceversa abbassandosi lo restringono.

Le appendici principali della parte assile dello scheletro sono rappresentate dagli *arti*, i quali si riuniscono alla colonna vertebrale, i due superiori mediante il *cinto omerale*, e i due inferiori mediante il *cinto pelvico*. Il *cinto omerale* si compone di quattro ossa, le due *clavicole* allo innanzi e le due *scapole* allo indietro; le prime sono due ossi lunghi, disposti trasversalmente, ed aventi ciascuno l'estremo interno articolato sullo sterno, e l'estremo esterno congiunto alla scapola; le due *scapole* poi sono ossa piatte triangolari, adagiate ai lati della colonna vertebrale, e riunite alle costole mediante muscoli. Ai due lati esterni del cinto omerale si trovano due cavità articolari appartenenti alle scapole, in cui si articolano gli arti toracici.

Il *cinto pelvico* si compone delle due *ossa innominate*, che si riuniscono innanzi nel pube e rinchiudono posteriormente la porzione sacrale della colonna, formando colla stessa porzione, che vi è incuneata e saldata per sincondrosi, un'anello completo. Ciascun'osso innominato risulta da tre ossi, i quali sono l'*ileo* al di sopra, l'*ischio* al di sotto ed il *pube* allo innanzi; nel punto di riunione di questi tre ossi trovasi allo esterno un'ampia cavità, in cui si articola l'arto addominale.

Gli arti, tanto *toracici* che *addominali* si articolano al tronco per articolazione *libera* o sferica, in guisa che possono eseguire sullo stesso movimenti in ogni direzione, e ciò si ha sia nell'articolazione dell'omero colla scapola, che in quella del femore col bacino. Ciascun'arto poi superiore od inferiore, si compone di due parti articolate fra loro, una presso al tronco (*omero* o *femore*), ed un'altra presso al suo estremo (*avambraccio* o *gamba*); l'articolazione fra queste due parti è a ginglimo (modificata però un poco *a spira*), permettendo cioè il movimento soltanto in un solo piano.

Tanto l'avambraccio che la gamba sono formati ciascuno di due ossi, il radio e l'ulna per l'avambraccio, e la tibia ed il perone per la gamba; ora, mentre questi due ultimi ossi restano immobili l'uno sull'altro, nei due primi invece il radio può rotare col suo capo sul condilo dell'omero, dando così la possibilità al movimento di pronazione e supinazione della mano.

Finalmente gli arti si congiungono alle estremità rispettive, la *mano* per l'arto toracico, ed il *piede* per l'arto addominale; questa riunione si fa per articolazione a ginglimo, colla modifica di *ovale* per la mano, e ad elica od a spira per il piede. La *mano* si divide in tre porzioni cioè *carpo*, *metacarpo* e *dita*, e di queste ultime ciascuna in falange, falangina e falangetta, eccetto il pollice, che manca di falangina; e il piede anch'esso si divide in tre porzioni, cioè *tarso*, *metatarso* e *dita*, le quali ultime hanno la stessa divisione delle dita della mano.

Mentre le ossa del carpo e del tarso, non che del metacarpo e del metatarso, sono riunite fra loro per articolazione piana, e quindi permettono

limitati movimenti, le falangi sono fra loro riunite per articolazione a ginglimo ed a sella, onde i loro movimenti possono avere grande estensione. Infine bisogna notare che mentre nella mano, la quale serve per prendere, le dita sono molto sviluppate relativamente al carpo; nel piede, che serve come mezzo di appoggio sul suolo, il tarso è eccessivamente sviluppato relativamente alle dita, che sono molto corte.

Mentre nel tronco e nel capo si trovano d'ordinario ossa corte e larghe, negli arti si trovano a preferenza ossa lunghe, giacchè i maggiori effetti utili o i movimenti più energici ed estesi che dà la meccanica dello scheletro, li dà appunto cogli arti, ov'è necessario che si trovassero le braccia di leva più lunghe.

Tutte le ossa dello scheletro articolate fra loro costituiscono l'apparecchio *passivo* del movimento, cioè un sistema complesso di leve, le quali debbono venir mosse dall'apparecchio attivo, val dire dai muscoli, i quali pertanto rappresentano le potenze, che sono attaccate alle ossa con certe disposizioni particolari, tendenti sempre a due scopi, cioè l'economia dello spazio e della forza, ed il maggiore effetto utile possibile.

Per *leva* s'intende in meccanica un'asta rigida, più o meno lunga, la quale può muoversi liberamente su di un *punto d'appoggio*, che si trova nella sua lunghezza o ad una delle sue estremità; mediante quest'asta una *potenza*, applicata in un punto della sua lunghezza o ai suoi estremi, può vincere una *resistenza*, applicata egualmente in un punto della sua lunghezza, ovvero ai suoi estremi. Dunque per una leva occorrono: un mezzo rigido lungo, un punto d'appoggio, una potenza ed una resistenza; il punto d'appoggio relativamente alla potenza e alla resistenza può avere tre disposizioni diverse, e da ciò i *tre generi di leve* che si conoscono. Dicesi leva *di primo genere* allorchè il punto d'appoggio *a* trovasi intermedio fra la potenza *p* e la resistenza *r*, come nella bilancia (*leva intermobile*); dicesi *di se-*

condo genere quando il punto d'appoggio *a* trovasi ad un'estremo, la potenza *p* all'altro, e la resistenza *r* nel mezzo, come nella leva dei facchini (*leva interresistente*); si ha poi la leva *di terzo genere* quando la potenza *p* sta nel mezzo, il punto d'appoggio *a* ad un'estremo e la resistenza *r* all'altro estremo (*leva interpotente*).

Nei tre generi di leve diconsi *braccia* della leva le distanze rispettive della direzione della potenza e della resistenza dal punto d'appoggio, e per aversi l'*equilibrio* nella leva, fra la potenza cioè e la resistenza, bisogna che queste due forze per la loro intensità sieno fra loro in ragione inversa della lunghezza delle braccia di leva, cui sono applicate. L'*effetto utile* poi di una

potenza applicata alla leva, per ciò che riguarda l'estensione del movimento, è sempre in ragione diretta della lunghezza del braccio della resistenza; invece, riguardo alla forza del movimento, è in ragione diretta della lunghezza del braccio della potenza.

Nel corpo umano le ossa sono i corpi inflessibili o le leve propriamente dette, i muscoli sono le potenze, le resistenze sono i pesi delle parti a muoversi, ed i punti di appoggio sono ora le articolazioni, ora il suolo, ed ogni corpo fisso su cui ha luogo il movimento. L'inserzione dei muscoli sulle ossa avviene appunto secondo i tre generi di leva; la leva di 1.° genere si trova là dove è necessario che le parti restino spesso e facilmente in equilibrio (onde è detta pure *leva per la stazione*), come nell'articolazione occipito-atloidea (*f.209. — 1.°*) e nell'articolazione ileo-femorale durante la stazione eretta; la leva di 2.° genere è alquanto più rara, e si trova in quei punti, ove si debbono sollevare enormi pesi, come nell'articolazione tibio-astragalica (*f.209. — 2.°*); infine la leva di 3.° genere è frequentissima nel corpo umano e si trova sopratutto negli arti, ove è necessaria una grande estensione e rapidità di movimento (*leva per la locomozione*), come nell'articolazione omero-cubitale (*f. 209. — 3.°*). Nei movimenti del corpo umano però non si avvera tanta semplicità, come nelle disposizioni meccaniche suddette; giacchè per ottenere un qualunque effetto, anche minimo, non si contrae soltanto un solo muscolo, e quindi non si muove un solo osso, bensì vengono spostate dal loro equilibrio varie ossa, e ciò per la contrazione di molti muscoli ad un tempo; per ciò nei singoli movimenti si potrebbe dire che viene in giuoco non una sola leva, ma un sistema di leve, e ciò per avere la sicurezza, la precisione, la coordinazione e l'utilità del movimento, mentre il lavoro resta distribuito su diverse masse muscolari e non affidato ad una sola.

La *forza* sviluppata con un dato movimento dipende principalmente dal volume dei muscoli che lo compiono, giacchè si sa che la forza del muscolo è in ragione del numero delle sue fibre. L'*estensione* poi del movimento si deve: 1.° alla lunghezza delle fibre del muscolo, giacchè si sa che il grado d'accorciamento del muscolo nella contrazione dipende dalla lunghezza delle sue fibre; 2.° al genere di leva che forma il muscolo colle ossa, essendo la leva di terzo genere quella che può dare movimenti più estesi; 3.° alla lunghezza delle braccia di leva, massime quello della resistenza, giacchè l'estensione del movimento cresce in ragione di questa lunghezza; e 4.° alla distanza del punto d'applicazione della potenza dal punto d'appoggio, sapendosi che l'estensione del movimento è di tanto maggiore di quanto una tale distanza è minore.

Tutt'i movimenti del corpo umano si riducono alla *flessione*, alla *estensione*, alla *rotazione*, alla *circumduzione*, alla *elevazione*, all'*adduzione*, all'*abduzione* ec. Il tronco in totalità può estendersi o tenersi diritto, può flettersi allo innanzi, ovvero sui lati, e può rotare sul proprio asse. La testa del pari

può estendersi od elevarsi, può flettersi allo innanzi ed ai lati, e può rotare sull'asse della colonna vertebrale, colla quale si articola, e tutto ciò massime per dirigere gli organi dei sensi là dove vi è il bisogno; i movimenti poi parziali o totali della faccia, a prescindere da quelli di masticazione, servono alla espressione vera o falsa dei proprii sentimenti. Infine gli arti sul tronco possono in totalità rotare, circumdursi, addursi, abdursi, e le singole loro parti possono soltanto estendersi o flettersi su di loro stesse, e solo nella mano si possono avere i movimenti di pronazione e supinazione. « I movimenti negli arti superiori hanno tre scopi, e servono: 1.° al tatto, 2.° alle azioni propriamente dette, che comprendono tutte le opere dell'uomo infinitamente varie, e 3.° ai gesti; si dà quest' ultimo nome al *linguaggio di azione*, che rende i sentimenti e le idee mercè movimenti coordinati degli arti superiori » (*A. Comte*). Negli arti inferiori poi i movimenti servono principalmente alla stazione ed alla progressione lenta o celere, in un piano orizzontale od inclinato.

§ 3.° — *Attitudini dell' apparecchio di locomozione.*

Per studiare bene le condizioni di equilibrio in ogni attitudine che può serbare il corpo umano, bisogna conoscere in questo il *centro di gravità* e la *linea di gravità* corrispondente, la quale, come si sa, per aversi l'equilibrio non deve uscire fuori della base di sostegno.

Tutte le parti del corpo sono *pesanti*, seguono cioè la legge di gravità; la direzione di questa forza è appunto la perpendicolare, onde dal corpo possiamo immaginarci che scendano tante linee perpendicolari, e quindi parallele fra loro, le quali indicano appunto la gravità delle singole parti; la *risultante* di tutte queste forze è la *linea di gravità* del corpo umano, il punto poi del corpo da cui scende questa linea dicesi *centro di gravità*.

Il *centro di gravità* del corpo umano si determina sperimentalmente in un modo abbastanza semplice (*Borelli*, *Weber*); si sa che facendo passare nel corpo un piano per la linea mediana, cioè d' avanti in dietro, questo piano divide tutto il corpo umano in due parti uguali e simmetriche, quindi il centro di gravità deve trovarsi necessariamente in questo piano; di più si sa, che il tronco si regge in equilibrio sui capi articolari dei due femori, onde tirando per i centri di questi capi un piano verticale, questo taglia ad angolo retto il primo piano antero-posteriore; è appunto nella linea verticale d' intersezione di questi due piani che deve trovarsi sperimentalmente il centro di gravità; per tale ricerca bisogna far coricare un'individuo nudo e supino su di una tavola orizzontale, ed adagiare quest' ultima come una bilancia su di un coltello; allorchè la tavola rimane in equilibrio si tira pel corpo un piano dal taglio del sostegno, che incontri i due primi ad angolo retto, il *punto* d' incontro dei tre piani rappresenta il *centro di gravità del*

corpo umano, il quale si trova nell' ultima vertebra lombare, alquanto indietro cioè ed in sopra del promontorio del sacro.

Intorno a questo centro adunque si fanno equilibrio i pesi di tutte le parti del corpo, e perchè quest' ultimo non cada, bisogna che la *linea di gravità* non esca fuori della base di sostegno, compresa fra i due piedi; per modo tale che l' equilibrio sarà tanto più difficile a mantenersi per quanto più la base è ristretta, quindi allorchè un' uomo vuole evitare di cadere, come su di un battello, in una vettura, su di un suolo levigato ec., allarga di molto le gambe ed i piedi; e di più l' equilibrio si conserva tanto più facilmente per quanto più basso si trova questo centro di gravità, per ciò dovendo salire o scendere una montagna molta erta, sopratutto nella discesa, l' individuo cammina colle gambe raggruppate.

Ciò posto, le principali *attitudini* del corpo umano sono tre, cioè, la *orizzontale* o *coricata*, l' *assisa* o *seduta*, e la *verticale* od *eretta*.

La posizione *coricata* è la più facile a mantenersi, perchè non richiede alcuno sforzo muscolare, trovandosi tutte le parti del corpo appoggiate su di un piano orizzontale; perciò questa posizione si può mantenere anche dal cadavere e dall' individuo dormiente, riunendo in sè al più alto grado le due condizioni per l' equilibrio, cioè una base di sostegno molto estesa, e la massima vicinanza del centro di gravità alla base di sostegno.

Nella posizione *seduta* bisogna distinguere se l' individuo ha il tronco appoggiato, o pure no, nel primo caso tutt' i muscoli dello scheletro sono in riposo, tranne gli elevatori del capo, i quali contraendosi alternativamento, ora quelli di un lato ed ora quelli dell' altro lato, riescono ad impedire la caduta del capo allo innanzi; nel secondo caso invece l' individuo si appoggia soltanto colle tuberosità ischiatiche o coi piedi, e tutto il tronco rimane diritto, senza appoggio veruno, onde per mantenersi in equilibrio vi bisogna la contrazione alternativa dei suoi muscoli estensori, i quali così impediscono la caduta del tronco allo innanzi, fatto che si avvera nel cadavere quando lo si mette a sedere senza appoggio alle spalle.

Infine dall' attitudine assisa si passa alla *eretta*, o sui due piedi, per la quale trovandosi il centro di gravità portato alquanto in alto, è molto più difficile, od almeno si vuole maggiore sforzo muscolare per mantenere l' equilibrio.

Il corpo umano eretto contiene un' asta rigida, ma un poco elastica e pieghevole, qual' è la colonna vertebrale, formata da tanti pezzi cilindrici, uniti per sincondrosi, onde presenta equilibrio stabile. Essa mediante l' ultima vertebra superiore sostiene il capo con un' articolazione ginglimoidale (occipito-atloidea), e tra questa e la penultima vertebra esiste un' altra articolazione a rotazione (assoido-atloidea). Una linea verticale abbassata dal centro di gravità della testa cade in avanti dei suoi condili, onde il capo ha tendenza a cadere allo innanzi, e si mantiene eretto per le robuste masse muscolari della cervice (m. erettori del capo). Il tronco e la testa, presi insieme,

Digitized by Google

hanno un centro di gravità che varia nelle età e nei diversi individui, ma sempre si trova verso un livello fra l'apofisi ensiforme e la decima vertebra dorsale, e proprio innanzi di quest'ultima; ora la linea di gravità abbassata da questo centro cade dietro all'articolazione ileo-femorale, e perciò l'uomo preso da deliquio cade col tronco allo indietro, ma nel vivente, quest'ultimo è mantenuto eretto non solo da un forte legamento esteso anteriormente fra l'ileo ed il femore (legamento *ileo-femorale*), ma ancora da altre potenze, come dai muscoli flessori del femore (psoas-iliaci), non che dalla tensione dell'aponevrosi fascialata (legamento *ileo-tibiale*). La caduta poi laterale del tronco non avviene, perchè questo tiene due punti di appoggio (capi dei femori) molto discosti fra loro, e pressochè a livello del centro di gravità del corpo; onde è molto difficile che il tronco perda l'equilibrio laterale sui due femori.

La linea di gravità della testa, del tronco e delle cosce, scendendo dalla sommità dell'addome, passa dietro dell'articolazione del ginocchio, per cui l'ubbriaco cadendo flette le ginocchia, ciò che nell'uomo presente a sè stesso è impedito da una leggiera contrazione del quadricipite estensore.

La linea di gravità di tutto il corpo cade allo innanzi dell'articolazione della gamba coi piedi (tibio-astragalica), in modo che un cadavere cadendo flette la gamba sul piede. Ciò non si ha nel vivo, perchè ordinariamente tenendosi i piedi fermi colle punte divaricate, gli assi delle articolazioni di questi colle gambe non vanno in una stessa direzione ma convergono allo innanzi, e perciò colle gambe e col calcagni riuniti è difficile la flessione delle stesse sui piedi. Di più una volta che il corpo gravita sulle volte dei due tarsi, e questi non si possono sollevare dal suolo, una leggiera contrazione dei tricipiti estensori dei piedi (m. gastrocnemii) ne impedisce la flessione; quindi le gambe si mantengono erette, e con esse tutto il corpo.

La *f. 211. T. X.* rappresenta lo schema della *stazione eretta; o* è il centro di gravità, ed *o a* la linea di gravità del corpo umano che cade in mezzo alla base di sostegno *x y*, cioè in mezzo ai due piedi; *b* sono i muscoli del polpaccio della gamba, che impediscono la flessione di questa sul piede, e che vengono limitati nella loro azione dai muscoli *e* flessori del piede sulla gamba; *f* è il m. quadricipite estensore della gamba, ed *h* il psoas-iliaco, il primo impedisce la flessione della coscia sulla gamba, ed il secondo la flessione posteriore del tronco sulla coscia, il primo è controbilanciato dall'azione dei m. flessori della gamba sulla coscia *c*, ed il secondo dai m. glutei *s*; *g* sono i muscoli anteriori dell'addome o flessori del tronco, i quali impediscono la caduta del tronco allo indietro, e vengono limitati nella loro azione dai muscoli estensori del tronco *d*; infine *v* rappresenta i muscoli elevatori del capo, necessarii per impedirne la caduta allo innanzi, ed *i* ed *h*, cioè i muscoli sopra e sotto-ioidei, rappresentano i loro antagonisti.

Il piede devesi considerare come una *volta*, che ha il più solido appoggio sul suolo con tre punti soltanto, cioè il calcagno e gli estremi anteriori del primo e del quinto metatarso (e proprio sui sesamoidi del 1° e del 5° me-

tatarso — *Wundt*), cosichè il piede può essere caricato di pesi gravissimi senza cedere, e ciò per la robustezza dei legamenti alla faccia inferiore o concava della volta (1).

Per mantenere in assieme nella stazione eretta tutto l'equilibrio del corpo, oltre agli arti superiori che fanno l'ufficio di bilanciere, bisogna impiegare alternativamente delle forze, ma leggiere, come fa un' uomo che mantiene verticalmente sul dito un'asta lunga e pesante; anzi chi deve rimanere per molto tempo all'impiedi, per non stancarsi presto poggia il suo tronco alternativamente ora su di un'arto inferiore, ed ora sull' altro, e ciò per dare un riposo alternativo ai muscoli delle due metà del suo corpo.

La stazione eretta su di un solo piede è più difficile, e per mantenere l'equilibrio vi vuole uno sforzo muscolare della metà su cui l' individuo non poggia, tendendo il capo a cadere sempre allo esterno del piede di appoggio; quindi in questa stazione per tenere la linea di gravità nel perimetro della base, molto ristretta, bisogna inclinare convenientemente il corpo sull'unico piede, su cui si poggia. Ora finchè la linea di gravità del corpo non esce dal perimetro della base, il corpo non cade, e per fare ciò nella stazione eretta su di nn solo piede bisogna che il tronco sia libero nei suoi movimenti d' inclinazione sul capo del femore; quindi sarà impossibile al più abile giocoliere di mettersi diritto, ed appoggiato per un lato del suo corpo ad un muro, ed abdurre in pari tempo l'arto inferiore del lato opposto senza cadere.

§ 4.° *Movimenti coordinati per la locomozione.*

L' uomo può portarsi da un luogo all'altro sul suolo o *camminando* o *correndo*, e nell'acqua *nuotando*.

Il *cammino* è un movimento progressivo, con cui il corpo dell'uomo si porta innanzi, senza lasciar mai di appoggiarsi sul suolo; è dunque il modo più lento di locomozione e di progressione che si possa eseguire. Questo movimento è affidato agli arti inferiori, i quali operano ritmicamente ed alternativamente, cioè mentre l'uno sostiene il corpo, l'altro si porta innanzi, e viceversa.

Il tronco però, le braccia e la testa non sono trasportati come una cosa morta, o come un peso inerte; invece queste parti eseguono anch' esse dei movimenti ritmici ed alternativi, con cui si mantengono in equilibrio.

L'uomo cammina sul suolo facendo dei *passi*; ora lo studio del meccanismo di ambulazione consiste nel conoscere precisamente come ciascun *passo* si esegue.

(1) Se questi legamenti cedono e si lasciano allungare, allora si ha il difetto del *piede piatto*.

Il *passo* si compone di due tempi principali, nel primo tempo si prende punto d'appoggio su di un'arto inferiore, e nel secondo tempo si porta l'altro arto allo innanzi. Prima di fare il passo l'individuo può trovarsi poggiante su di un solo piede, ed allora non deve fare altro che menare innanzi la gamba del lato opposto; o pure può trovarsi a poggiare su tutt'e duo le gambe, sieno que sto ravvicinate sieno allontanate d'un passo, ed allora nel primo caso biso gna per il primo tempo poggiarsi su di una sola gamba che ordinariamente è la destra, e nel secondo caso si farà punto d'appoggio (portando tutto il peso del corpo) sulla gamba, che è più innanzi. Una volta che il tronco si è bene appoggiato ed equilibrato su di un'arto, l'altro arto viene dapprima alzato di terra e poi menato innanzi, e nel cadere che fa sul suolo viene seguito dal tronco, il quale naturalmente s'inclina un po' allo innanzi, e poi, mentre leva di terra il primo arto rimasto indietro, riprende punto d'appoggio sul secondo, e così di segnito; di tal che il camminare non è altro che un cadere alternativo del tronco sugli arti inferiori, e propriamente sui capi dei femori.

Supponiamo ora che l'individuo, dato il primo passo, si trovi colla gamba sinistra allo innanzi, il piede fortemente appoggiato sul suolo, il ginocchio alquanto flesso, ed il tronco inclinato in avanti; d'altra parte la gamba destra si trova indietro, distesa ed inclinata sul suolo, il piede corrispondente alquanto rialzato, e poggia a terra soltanto colle dita e cogli estremi anteriori dei metatarsi. In questo principio della progressione la verticale abbassata dal centro di gravità del corpo andrebbe a cadere sul calcagno del piede sinistro.

Una volta che il piede sinistro si è poggiato sul terreno, il destro si estende completamente e si pone in linea retta colla gamba corrispondente; e questo movimento eseguito con una certa forza, cagiona un'urto di sotto in sopra e da destra a sinistra sul tronco, il quale naturalmente s'inclina e gravita per intero sull'arto inferiore sinistro. La gamba sinistra allora, per sostenere convenientemente essa sola il tronco, si flette alquanto allo innanzi sul piede ed un poco in fuori, in modo da far cadere la linea di gravità, non indietro, ma sul collo del piede sinistro. Il tronco resta così sostenuto dal solo arto inferiore sinistro, e ciò per dare agio all'altra gamba di condursi allo innanzi. Allora l'arto destro al quanto rilasciato si flette dapprima nell'articolazione del ginocchio, e con ciò il piede si solleva dal suolo; poi la coscia da estesa che era si flette verso il tronco, ed il ginocchio di conseguenza viene allo innanzi; non resta quindi che estendere la gamba sulla coscia e poggiare a terra il piede per completare il passo.

Non appena il tronco ha preso punto d'appoggio su di una gamba, il piede dell'altra gamba da dietro deve condursi allo innanzi, e ciò esegue descrivendo un'arco di cerchio, la cui corda è il suolo, ed il cui raggio più lungo o mediano è rappresentato dall'articolazione tibio-tarsiena dell'altra gamba; in modo che nel passo regolare o militare la punta del piede di tanto

Digitized by Google

si reca innanzi di questa articolazione, per quanto ne era discosta allo indietro. L'arto rimasto indietro per altro si porta allo innanzi non solo per la gravità (oscillando come un pendolo) ma ancora per la contrazione dei flessori della coscia sul tronco, massime nel fare una salita; la gamba poi si estende innanzi, ed il piede tocca il suolo per la contrazione sia del quadricipite estensore della gamba che del bicipite estensore del piede.

Il passo adunque rappresenta il discostamento degli arti inferiori, più la lunghezza del piede, per conseguenza esso sarà tanto più grande per quanto le gambe ed i piedi sono più lunghi. Per le leggi del pendolo gl'individui di bassa statura hanno un passo assai celere perchè le gambe sono corte; negli alti invece il passo è più lento è più lungo per la maggiore lunghezza delle gambe, sicchè a parità di circostanze (massime riguardo alla forza muscolare) nell'unità di tempo percorrono ambedue lo stesso spazio, gli uni con molti e brevi passi, e gli altri con pochi e lunghi passi.

In un'uomo di altezza media il passo ordinario è circa 86 centimetri, e dura presso a poco 0",35.

Durante la deambulazione, come dicevamo innanzi, non si muovono soltanto le gambe, ma ancora il tronco, il capo e gli arti superiori. Il tronco per mantenersi in equilibrio, si porta alternativamente ora a destra ed ora a manca, appoggiandosi sempre sulla gamba che rimane ferma; e da ciò sorge la necessità che molte persone, dovendo camminare l'una vicina all'altra, debbono *tenere il passo*, cioè debbono poggiare contemporaneamente sugli arti omonimi, per non urtare tra loro colle spalle. Dippiù il tronco si eleva nel momento che un'arto si distende e si separa dal suolo, e si abbassa quando lo stesso arto si riapplica sul terreno; e ciò perchè nel primo tempo per la distesa dell'arto il tronco riceve una spinta allo in su, e nel secondo tempo perchè gli arti si trovano in posizione obbliqua e non verticale, onde il tronco è tanto più abbassato per quanto il passo è più lungo. Il tronco infine è piegato un po'allo innanzi per vincere la resistenza dell'aria, per risparmiare forza muscolare, e per inclinare il centro di gravità verso quel lato, ove gli arti inferiori sono sempre pronti a riparare la caduta; e questa inclinazione allo innanzi può benissimo paragonarsi alla inclinazione che si dà ad un bastone quando lo si vuole portare ritto sulla punta del dito, mentre si cammina.

Il bacino si vede girare su di un'asse verticale situato tra le due articolazioni coxo-femorali, di tal che esso segue colla sua metà il femore corrispondente, che vien portato allo innanzi. Questo movimento nel bacino è molto manifesto nelle donne, stante la maggiore distanza dei due capi dei femori. Il petto però e le spalle anche girano su di un'asse verticale, ma in senso inverso a quello del bacino, giacchè volendo portare innanzi, ad es., la gamba sinistra, viene innanzi contemporaneamente la spalla destra colla metà del petto corrispondente, e questa torsione del torace sul bacino è fatta appunto dalla contrazione dei muscoli obbliqui dell'addome, la quale

serve a sostenere il lato del bacino e la gamba corrispondente che si portano allo innanzi. Il bacino presenta pure un movimento dall'alto in basso, giacchè si trova più elevato dalla parte del membro fisso, e più abbassato verso l'arto che si porta allo innanzi. Invece il rimanente del tronco si abbassa verso il lato più elevato del bacino, e ciò per mantenersi in equilibrio su di un solo arto; però questa inclinazione del tronco verso il lato fisso, che per sè sarebbe eccessiva, viene limitata dall'azione sopratutto del muscolo tricipite spinale e del muscolo quadrato dei lombi del lato mobile, i quali alla loro volta, se da una parte rappresentano la potenza di una leva, il cui ipomoclio sarebbe la testa del femore fisso, e la cui resistenza sarebbe il peso del tronco diretto a cadere verso fuori ed innanzi, dall'altra parte sostengono la metà mobile del bacino.

Il capo poi, seguendo i movimenti del tronco e la spinta ricevuta dalla gamba, che si dispiega, tenderebbe anch'esso a cadere verso il lato fisso (come nell'ubbriaco), se la contrazione dei muscoli erettori del capo del lato mobile non lo mantenessero in equilibrio.

Infine negli arti superiori durante la deambulazione si osserva un movimento in senso inverso di quello degli arti inferiori, ed è tanto più esagerato, per quanto più distratto l'individuo cammina. Questo movimento, con cui viene innanzi il braccio contemporaneamente alla gamba del lato opposto, può dirsi piuttosto una oscillazione; esso è dovuto alla rotazione del torace e delle spalle, prodotta dall'azione dei muscoli obbliqui dell'addome, o rotatori del tronco, e serve come un bilanciere a mantenere più equilibrato il tronco sopratutto quando si cammina su di un viottolo molto stretto ed elevato, o quando uno degli arti superiori è caricato di un grosso peso, in tutti questi casi riesce impossibile mantenere le braccia piegate sul tronco, anzi ciò potrebbe esser causa di perdita di equilibrio e di caduta.

La deambulazione, riguardo alla direzione dei passi può essere non solo in avanti o *anteriore*, ma anche indietro o *posteriore*, e *laterale*. Quando si cammina allo indietro, gli arti inferiori fanno il passo, non già flettendosi in avanti sul bacino, bensì eseguendo una forzata estensione verso dietro, e con ciò il piede arriva a toccare il suolo prima colla punta e poi col tallone; del resto il tronco rimane equilibrato alternativamente sugli arti inferiori, come nella progressione allo innanzi. Nel cammino laterale poi si porta sempre allo innanzi quell'arto del lato, verso cui si va; così se si vuole andare verso destra, il tronco si appoggia dapprima sulla gamba sinistra, mentre la destra compie il passo, poi si appoggia sulla gamba destra, e ritira la gamba sinistra; e tutto ciò ci fa mercè l'azione dei muscoli abduttori ed adduttori degli arti inferiori.

Riguardo alla inclinazione del suolo, si ha il cammino regolare ed il cammino su di un piano ascendente o discendente. Quando si monta una salita od una scala, oltre alla meccanica del passo, ogni arto inferiore per portarsi allo innanzi devo sollevarsi di più dal suolo (per evitare l'inciampo), e quan-

Digitized by Google

do si è poggiato a terra deve tirare su di sè stesso tutto il peso del corpo; ciò si fa sopratutto mercè la contrazione dei muscoli anteriori della coscia, i quali fanno punto fisso sulla gamba e punto mobile sul bacino. Il tronco po in tal caso s'inclina molto allo innanzi, per facilitare il suo appoggio sull'arto che si porta più avanti, laonde se questo vien meno, la caduta è molto più facile che non nella progressione su di un piano orizzontale.

Se il piano invece è inclinato allo innanzi, o discendente, si fatica molto poco nel cammino, anzi per impedire la facile caduta del tronco allo innanzi, bisogna fare i passi molto piccoli, sollevare dolcemente il piede da terra per non comunicare un grande urto al tronco, e mantenere in contrazione i muscoli posteriori del tronco istesso. Mentre nel cammino ascendente la prima parte del piede a fissarsi sul suolo è la punta, nel cammino invece discendente ordinariamente si poggia prima il calcagno.

La *velocità* nel camminare dipende sia dalla lunghezza dei passi che dalla loro durata; quindi è in ragione diretta della lunghezza ed in ragione inversa della durata; sempre però essa fino a un certo punto è sottoposta alla volontà dell'individuo, ed ai mezzi più o meno robusti di locomozione, di cui egli può disporre. Il cammino perciò può essere *accelerato* e *ritardato*. Nel primo caso il tronco s'inclina molto allo innanzi, il suo centro di gravità si abbassa di molto, il passo è più lungo e dura meno, giacchè appena l'un piede poggia sul suolo, l'altro già se ne distacca, ed il corpo tocca sempre il terreno con un solo piede. Dippiù nel cammino accelerato le contrazioni muscolari sono di molto più energiche, ed a preferenza è grande la spinta allo innanzi che riceve il tronco dall'arto che si distende e lascia il suolo.

Dalle esperienze dei fratelli Weber si vede che un'uomo di altezza media con un cammino accelerato, può dare come maximum i seguenti risultati:

Lunghezza del passo	$0^m,8656$
Durata del passo	$0^{''},332$
Spazio percorso in $1''$	$2^m,608$
Cammino percorso in un'ora	$9389^m,00$

Nella deambulazione ritardata poi si distingue un cammino *lento*, ed un cammino *grave* o *processionale*. Il cammino *lento* importa che i passi abbiano una maggior durata, e che si succedano con minore rapidità del cammino ordinario; il tronco riposa molto su entrambi gli arti inferiori divaricati, e la gamba che viene innanzi si poggia lentamente sul suolo ed un poco innanzi dell'ordinario; di tal che nel cammino lento il passo sebbene sia più lungo, pure non giunge a compensare il rallentamento con cui si esegue.

Nel cammino *grave* infine, il tronco va diritto sul bacino, ed il centro

Digitized by Google

di gravità è molto elevato, il passo si esegue molto lentemente, il piede si solleva o si appoggia a poco a poco sul suolo, e siccome il centro di gravità trovasi elevato, così il passo deve essere ancora corto. Quindi sia per la cortezza del passo, sia per la sua molta durata, la progressione è di molto rallentata.

In tutte queste varietà di cammino, sia accelerato che ritardato, il piede poggia d'ordinario sul terreno prima col tallone e poi colla punta; però in taluni casi si può camminare soltanto o sui talloni, o sulle punte dei piedi. Ad ogni modo il cammino in questa guisa richiede molta fatica, non può essere molto veloce, e non può durare a lungo.

La *corsa* si distingue dal cammino non tanto per la velocità, ma quanto per il fatto che in dati momenti il corpo abbandona il suolo e si trova in aria; ciò avviene perchè l'estensione dell'arto che abbandona il suolo ha luogo con tale forza e rapidità da sollevare tutto il corpo da terra e spingerlo in aria, e questo è il *salto*, il quale nella corsa rappresenta lo stesso del passo nel cammino; quindi la corsa non è altro che un cammino accelerato, intercalato da salti. Siccome la spinta data dall'arto avviene di sotto in sopra e da dietro in avanti, così è che il corpo nel cadere deve trovare l'altro arto allo innanzi e pronto a riceverlo.

La velocità della corsa è in ragione diretta: 1° della spinta che riceve il tronco dall'arto rimasto indietro, 2° del grado di flessione che si può dare agli arti inferiori, ed al tronco sugli stessi, 3° della lunghezza degli stessi arti, 4° della leggerezza del corpo, e 5° della forza muscolare dell'individuo. Secondo Weber la massima velocità della corsa può essere poco più di 7 metri in un 1", ciò che corrisponderebbe a 27 kilometri in 1 ora.

Oltre al *salto della corsa* si distingue un *salto a piedi uniti* che può essere *verticale*, *da dietro in avanti*, e *d'avanti in dietro*. Nel *salto verticale* gli arti inferiori si trovano fortemente flessi sui piedi, e il tronco incurvato allo innanzi; tutto ad un tratto si contraggono violentemente gli estensori del piede, della gamba e della coscia, in modo che gli arti inferiori scattando come una molla sotto del tronco, spingono quest'ultimo in aria, e di tanto, di quanto maggiore è stato l'impulso. Nel *salto in avanti* il tronco si trova molto inclinato allo innanzi, per cui al dispiegarsi degli arti inferiori la spinta avviene di sotto in sopra e da dietro in avanti; nel ricadere poi sul suolo l'individuo estende fortemente allo innanzi gli arti inferiori per guadagnare quanto più può di terreno. Vi è pure un'altro modo di saltare allo innanzi, in cui l'individuo poggia del pari sugli arti inferiori piegati, ma di questi uno si trova alquanto più indietro, e sostiene veramente il tronco, laddove che l'altro trovasi allo innanzi; al dispiegarsi del primo arto il tronco viene lanciato da sotto in sopra e da dietro in avanti, e poi nel cadere l'altro arto si porta molto innanzi e riceve il tronco; si tratta quindi di fare un lungo passo saltando. Infine nel salto d'avanti in dietro, esten-

dendosi gli arti inferiori raccorciati, trovano il tronco alquanto inclinato allo indietro, e quindi lo lanciano in alto ed indietro; nel ricadere poi che fa il tronco, gli arti inferiori si portano molto indietro e lo ricevono.

Il *nuoto* non è altro che una successione di salti orizzontali alla superficie dell'acqua. Il peso specifico del corpo umano è di poco superiore a quello dell'acqua (1,010), quindi il corpo abbandonato a sè stesso cade lentamente in fondo all'acqua, massime se vi è messo verticalmente; questa differenza di peso però diviene insensibile nei momenti di profonda inspirazione, in cui il corpo si rende più leggiero ed aumenta di volume, e perciò può mantenersi, senza molta fatica orizzontalmente alla superficie dell'acqua; nei momenti di espirazione invece rendendosi più pesante, tende a discendere nell'acqua, e per mantenersi alla superficie deve necessariamente eseguire certi particolari movimenti, sia per estendere di molto la superficie del corpo, che per fare punto d'appoggio sull'acqua, onde potersi condurre da un luogo in un'altro. Questi movimenti, come nel salto, consistono nel raggruppare verso il tronco gli arti inferiori, e nello estenderli ad un tratto, in modo da esercitare una spinta contro l'acqua; contemporaneamente le braccia cercano, col dispiegarsi rapidamente, di spingere la massa di acqua in dietro operando così a mo' di remo. Il nuoto, per chi sa tenere molto il respiro, riesce più facile nel corpo immerso tutto nell'acqua, acquistando in tal caso molta leggerezza perchè sposta più acqua.

§ 5.° *Voce e parola.*

Anatomia della laringe—La *laringe* è l'organo della voce, essa nell'uomo si trova all'estremo superiore del tubo portaria o *trachea*, ed è sormontata dalle cavità tanto della bocca che della dietro-bocca. Tutto l'apparecchio vocale si potrebbe dividere in una porzione inferiore o mantice (torace, pulmone e trachea), in una porzione media sonora, ove avvengono le vibrazioni (laringe), ed infine in una porzione superiore di risonanza e di modificazione del suono (faringe e cavo orale).

La laringe consta di uno scheletro cartilagineo, che ne costituisce le pareti, delle corde vocali, o mezzi vibranti, attaccate allo stesso, dei muscoli che muovono direttamente i singoli pezzi cartilaginei ed indirettamente influiscono sulla tensione delle corde, ed infine di una mucosa che ne tapezza la interna cavità.

Le cartilagini principali delle laringe sono al numero di quattro, due impari e due pari, delle prime una è inferiore ed a mo' di anello, la *cricoide*, e fa continuazione cogli anelli della trachea, però ne è più spessa, ed allo indietro presenta un disco rilevato che forma gran parte della parete posteriore della laringe. L'altra cartilagine impari superiore dicesi *tiroide*,

essa è costituita da due lamine quadrilatere, riunite innanzi ad angolo (*pomo di Adamo*), ed aperte posteriormente; queste lamine della tiroide, che terminano indietro, ciascuna con due corna, superiore ed inferiore, si articolano sulla sottostante cricoide, in modo da poter girare su di un'asse trasversale, cioè da potersi flettere anteriormente, e ritornare alla posizione primitiva. Le cartilagini pari sono le *aritenoidi*, in forma ciascuna di una piramide triangolare, di cui la base si articola indietro sulla cricoide, e delle tre facce una è interna e guarda la compagna, l'altra è esterna, e l'ultima o posteriore è concava ed inclinata un po' in dietro; l'apice di ciascuna cartilagine aritenoide, rivolto in alto ed in dietro, porta attaccata a modo di un cornetto mobile la *cartilagine del Santorini*. Oltre a queste cartilagini principali, destinate a costituire lo scheletro della laringe, quest'ultima nell'apertura superiore è sormontata da una valvola, l'*epiglottide*, che si abbassa nell'atto della deglutizione, e che tiene uno scheletro di cartilagine elastica della forma di una spatola, coll'apice diretto inferiormente verso l'angolo della tiroide.

Tutte queste cartilagini, unite tra loro mobilmente da particolari legamenti, vengono mosse dalle seguenti 5 paia di muscoli:

1.° *Muscoli crico-tiroidei;* si trovano innanzi alla laringe, nascono dal mezzo della cricoide e divergendo in sopra ed in fuori si attaccano per ciascun lato al margine inferiore della tiroide; inclinano la tiroide in basso ed in avanti e perciò allungano e tendono le corde vocali, restringendo in pari tempo la rima glottidea.

2.° *Muscoli crico-aritenoidei posteriori;* partono dalla faccia posteriore dello scudo della cricoide, divergono e si fissano ciascuno alla base (parte posteriore ed esterna) della cartilagine aritenoide corrispondente; nella contrazione rivolgono infuori gli estremi anteriori delle aritenoidi, allontanano per ciò fra loro le corde vocali, e dànno alle glottide una forma romboidale.

3.° *Muscoli crico-aritenoidei laterali;* si trovano alla faccia interna della tiroide, essi si originano dal margine superiore della porzione laterale della cricoide, si portano indietro ed in alto e si fissano allo esterno degli estremi posteriori delle basi delle aritenoidi; contraendosi tirano in fuori questi estremi posteriori delle basi delle aritenoidi, ed avvicinano fra loro invece gli estremi anteriori delle stesse; sono dunque antagonisti dei crico-aritenoidei posteriori, costringono la porzione vocale della glottide e ne dilatano la porzione respiratoria.

4.° *Muscoli tiro-aritenoidei;* s'impiantano per il capo anteriore nel seno dell'angolo della tiroide, e per il capo posteriore si fissano all'interno dell'estremo anteriore della base delle aritenoidi (processo vocale), decorrendo ciascuno per tutta la sua lunghezza nello spessore della corda vocale corrispondente; colla loro contrazione regolano la tensione delle corde vocali. Di tal che le corde vocali vengono tese *attivamente* da questi muscoli ed ac-

Digitized by Google

corciate, e *passivamente* dai muscoli crico-tiroidei, che flettendo innanzi la tiroide le allungano.

5.° *Muscoli ari-aritenoidei;* costituiscono un muscolo impari, che si estende posteriormente tra le due cartilagini aritenoidi, ed è distinto in due strati, uno posteriore di fibre obblique disposte ad X, ed uno anteriore di fibre trasverse; contraendosi questo muscolo ravvicina le aritenoidi, e la porzione respiratoria della glottide si restringe; e se la contrazione avviene di concerto a quella dei muscoli crico-aritenoidei laterali, che restringono la porzione vocale della glottide, questa si chiude nella sua totalità e la respirazione rimane interrotta.

Oltre ai muscoli *intrinseci*, la laringe è fornita di muscoli *estrinseci* che sono quelli della regione anteriore del collo, tanto nella porzione *sopra*, che nella *sotto-ioidea*, e questi fanno eseguire delle escursioni alle laringe in totalità, tanto in alto che in basso.

La cavità della laringe è tapezzata da una mucosa con epitelio vibratile, e non ripete esattamente la forma esterna della stessa; aprendo la laringe con un taglio longitudinale nello scudo della cartilagine cricoide, si veggono dipartire per ciascun lato dal seno dell'angolo della tiroide due pliche della mucosa orizzontali e molto rilevate, le quali si fissano indietro alla cartilagine aritenoide corrispondente (*legamenti tiro-aritenoidei*), le due pliche inferiori si avvicinano fra loro molto più delle superiori, le quali ultime lasciano una fenditura molto più ampia; tra le due pliche di ciascun lato trovasi un'infossamento navicolare, detto *ventricolo di Galeno*.

Le due pliche inferiori, perchè sono i veri mezzi vibranti della laringe, così si denominano *vere corde vocali* (1), e lo spazio fra esse compreso *glottide vera*, laddove che le due pliche superiori diconsi *false corde*, e la fenditura che formano *falsa glottide*.

Le corde *vocali* risultano di mucosa allo esterno con epitelio pavimentoso, ed allo interno da una lamina di fibre elastiche, non che (verso lo esterno) dai muscoli tiro-aritenoidei.

Aprendo la cavità della faringe e sollevando la epiglottide, si vede in tutta la sua estensione la *glottide* (*aditus ad laringem*), cioè la fenditura lasciata dalle due corde superiori; questa ha forma di un triangolo molto allungato, coll'apice innanzi e colla base indietro, la quale ultima è alquanto più larga (massime nell'adulto) ed ha un contorno un poco arrotondato; la porzione anteriore ristretta del triangolo dicesi porzione *vocale* della glottide, laddove che la porzione posteriore larga presso alla base dicesi porzione *respiratoria*, non partecipando alla fonazione, ma solo al passaggio dell'aria (2).

(1) Le corde vocali nell'uomo sono lunghe circa 6 linee, e spesse non più di una linea.

(2) La prima porzione dicesi pure *interligamentosa*, e la seconda *intercartila-*

Digitized by Google

La laringe riceve nervi di senso per la mucosa dal *laringeo superiore*, e nervi di moto per i muscoli del *laringeo inferiore* (entrambi rami del vago), quest' ultimo sarebbe appunto il *nervo della voce;* il laringeo superiore però oltre ad animare la mucosa, provvede pure il muscolo crico-tiroideo.

Voce—La *laringe*, come si vede dall'anatomia, è un'organo capace di dar suono, situato all' estremità della trachea, per modo che l' aria cacciata dai pulmoni con violenza, acquistando il massimo di tensione nel tubo stretto tracheale, urta sotto le *vere corde vocali*, le mette in vibrazione, e così si ha il suono (*voce*); l'aria però può trovare le corde vocali, o lamine oscillanti, in diverso stato di tensione, prodotto dalla contrazione muscolare, le può trovare allungate o raccorciate, e da ciò dipende la diversa *altezza* del suono; la forza poi colla quale viene l'aria di sotto e l'altezza del tubo di risonanza, cioè il tratto di faringe che rimane al di sopra delle corde, servono a modificare l' *intensità* ed il *timbro* del suono.

L' *altezza* del suono prodotto nella laringe dipende dal *numero* delle vibrazioni operate dalle corde vocali nell'unità di tempo, numero di vibrazioni che dipende dallo stato di tensione e dalla lunghezza delle corde stesse. L' *intensità* del suono poi tiene all' *ampiezza* delle vibrazioni delle corde vocali, prodotta sopratutto dalla forza colla quale viene la corrente d' aria; quindi si deve alla forza muscolare dell' individuo ed alla quantità di aria che può cacciare dal pulmone in un dato tempo. Infine il *timbro* del suono dipende dalla natura del corpo vibrante, e degli altri mezzi che convibrano con esso.

Le due cordi vocali rappresentano due laminette o linguette sporgenti nella cavità della laringe, le quali oscillano semprechè l' aria vi passa con una certa forza (1), e semprechè esse si trovano in uno stato conveniente di tensione; la laringe dunque si può paragonare esattamente agl' *istrumenti a linguetta membranosa*, fatti da un tubo (*piva*) in cui si trovano estese di traverso due lamine vibranti (*linguette*), e disposte a tale distanza fra loro, da lasciare una fenditura molto stretta (*glottide vocale*); la porzione inferiore del tubo dicesi *tubo portavento*, e la superiore *tubo di aggiunta*, il quale ultimo serve a modificare il suono ed a renderlo *risonante*.

Perchè la laringe dia dei *suoni* o *tuoni* bisogna, oltre alla corrente d'aria di una certa forza, 1.° che le due corde vocali sieno *tese*, ciò che si ottiene per la contrazione dei *muscoli crico-tiroidei* e *crico-aritenoidei posteriori*, quante volte le due aritenoidi sieno di già avvicinate mercè la contrazione dei

ginea, perchè compresa fra le due cartilagini aritenoidi; questa seconda porzione è in lunghezza circa la terza parte della prima.

(1) Basta praticare un' apertura nella trachea perchè l' individuo divenga *afono*, incapace cioè a dare suoni, trovando l' aria una via di uscita prima di giungere alla laringe (ferite del collo, tracheotomia).

muscoli ari-aritenoidei (tensione ed allungamento) cui succede una moderata contrazione dei *muscoli tiro-aritenoidei*, la quale soltanto in tal caso può aumentare la tensione delle corde; e 2.° che la glottide resti alquanto ristretta per la contrazione dei *muscoli ari-aritenoidei*, e dei *muscoli crico-aritenoidei laterali*, restrizione che è necessaria perchè l'aria trovi un certo ostacolo nell'uscita e metta così in vibrazione le corde (1).

La laringe dell'uomo può dare molti suoni della scala musicale, i quali variano fra loro per l'*altezza*, cioè per il numero di vibrazioni in un dato tempo. Col monocordo si dimostrano in Fisica le leggi riguardanti la vibrazione delle corde, fra le quali sono notevoli sopratutto queste due, cioè: 1.ª che rimanendo costante la tensione di una corda, il numero delle vibrazioin un dato tempo è in ragione inversa della sua lunghezza; e 2.ª che il numero delle vibrazioni in un dato tempo è in ragione diretta del suo grado di tensione. Le stesse leggi si possono applicare alla vibrazione delle due lamine membranose nella laringe, e per rendere schematico l'apparecchio, bisogna, come faceva *J. Müller*, avere una canna comune, tagliata di traverso fra due nodi, e chiuderne un'apertura con due membranelle di gomma elastica, tese e disposte coi loro margini a piccola distanza, in modo da rimanere una piccola fenditura; semprechè si rilasciano queste lamelle, ovvero si fanno molto lunghe, addattandole su di una canna larga, si avranno, soffiando per l'altra apertura, suoni *bassi;* invece rendendole corte, col disporle su di una canna molto stretta, ovvero tendendole si avranno suoni *alti*. Lo stesso ha luogo nella laringe dell'uomo, nella quale si hanno suoni *bassi* semprechè le corde sono poco tese (per rilasciamento dei muscoli *tensori* o per la contrazione dei muscoli *crico-aritenoidei posteriori*), ovvero semprechè si tratta della laringe bene sviluppata di un'adulto; al contrario si ottengono suoi *alti* quante volte le corde vocali sono molto tese, ovvero si tratta della laringe di una donna o di un ragazzo, in cui le corde sono più corte (2). L'estensione della voce umana, riguardo l'*altezza*, è fra 80 e 1024 vibrazioni al minuto secondo. Non tutti gl'individui hanno però una tale estensione, e l'estensione di altezza che si può trovare in tutti è soltanto fra 256 e 342 vibrazioni al secondo, cioè da do_3 a fa_3.

(1) Per osservare i movimenti interni della laringe nella fonazione oggidì si fa uso del *Laringoscopio*, il quale consiste in un piccolo specchio, raccomandato ad un'asticina, che si porta nella dietrobocca, e s'inclina di circa 45.° in modo da poter riflettere i raggi che vengono di sotto nell'occhio dell'osservatore; quest'ultimo poi guarda attraverso il foro di uno specchio concavo, col quale raccoglie la luce di una lampada e la dirige appunto nel fondo della bocca per illuminare le parti che vuole osservare.

(2) La castrazione apporta un'ostacolo allo sviluppo della laringe e quindi all'allungamento delle corde vocali, per modo che si hanno uomini adulti con laringe poco sviluppata, i quali possono perciò dare suoni forti ed acuti, più alti ancora che le donne, stante la maggiore robustezza delle masse muscolari.

Allorchè l'uomo *parla*, cioè, come diremo, si serve della voce articolata, non oltrepassa in estensione di altezza una mezza ottava; invece allorchè *canta*, la scala della voce umana diviene molto più estesa, e la nota bassa o alta che ciascun individuo può raggiungere varia a seconda la *specie* di voce che possiede. Nel canto si distinguono ben cinque specie di voci, cioè il *basso*, il *baritono*, il *tenore*, il *contralto* ed il *soprano*, ed ognuna tiene una scala di altezza propria.

Nella seguente scala, mi_1 corrisponde al *tono più basso* e consta di 80 vi-

$mi_1\ fa_1\ sol_1\ la_1\ si_1$ — $do_2\ re_2\ mi_2\ fa_2\ sol_2\ la_2\ si_2$ — $do_3\ re_3\ mi_3\ fa_3\ sol_3\ la_3\ si_3$ — $do_4\ re_4\ mi_4\ fa_4\ sol_4\ la_4\ si_4$ — do_5

brazioni al minuto secondo; invece il do_5 è il *tono più alto* della voce umana e comprende 1024 vibrazioni al secondo. La voce del *basso* però si estende fra mi_1 e la_2, cioè da 80 a 342 vibrazioni al secondo; il *baritono* fra la_1 e fa_3, cioè da 106 a 341 vibrazioni; il *tenore* fra do_2 e do_4, cioè da 128 a 512 vibrazioni; il *contralto* tra fa_2 e fa_4, cioè da 171 a 684 vibrazioni; ed il *soprano* fra do_2 e do_5, cioè da 256 a 1024 vibrazioni al secondo. Risulta da ciò che mentre all'uomo adulto si può addire meglio la voce di *basso*, di *baritono*, e di *tenore*, alla donna ed al ragazzo invece meglio quella di *contralto* e di *soprano*.

Modificazioni nella voce umana — La voce da *sonora* può farsi *rumorosa*, poco o molto *risonante*, può rendersi *nasale*, ed infine può essere *di petto* o *di testa*.

La voce normale dell'uomo è *sonora*, val dire risulta di vibrazioni regolari nella estensione ed isocrone, e ciò finchè le corde vocali possono vibrare liberamente e l'aria non trova ostacoli rigidi e scabri nell'uscita; ma se una od entrambe le corde non si possono tendere convenientemente, se la mucosa ai loro magini è tumida e scabra, ovvero retratta, o pure presenta dei tumori, se infine sono ricoperte di molto muco ed essudato, allora alle vibrazioni regolari ed isocrone se ne accompagnano molte altre irregolari ed eterocrone, per cui la voce diviene *rumorosa*.

La *risonanza* della voce è data sia dal tubo portaria, sia dal tubo di aggiunta; pel primo bisogna comprendere la trachea, i bronchi, le pareti del pulmone e la cassa toracica, e per il secondo i ventricoli di Galeno, la faringe, la bocca e le cavità nasali. La risonanza nel torace cagiona nell'adulto un *fremito* sulla parete toracica istessa, fremito che aumenta di molto nei suoni bassi, e diminuisce fino a scomparire nei suoni alti, perciò volendolo osservare bene, bisogna scegliere individui adulti, a torace bene sviluppato, alquanto magri, e che avessero una voce molto bassa o grave; invece nelle donne e nei ragazzi difficilmente si può avvertire un tale fremito. Per la risonanza nel tubo di aggiunta, questa cresce colla lunghezza dello stesso tubo, come nel formare i suoni bassi, in cui la laringe è molto abbassata, al contrario diminuisce nei suoni alti, trovandosi la laringe elevata; s'in-

tende bene che una faringe molto ampia, e un grande sviluppo della bocca e delle cavità nasali, dovranno dare abitualmente una voce molto risonante.

D'ordinario nel parlare e nel cantare l'aria, messa in vibrazione nella laringe, esce per la bocca stando le narici aperte; ma se queste vengono chiuse, allora l'aria che vi è contenuta convibra con l'aria che esce pel cavo orale, e con essa vibreranno pure le pareti nasali, per cui la voce assumerà il *timbro nasale*. Certi individui abitualmente hanno la voce nasale; ciò dipende sia da grande sviluppo del velo palatino, sia da una elevazione esagerata della base della lingua nei suoi movimenti, per cui l'aria non potendo uscire per la bocca, esce per il naso e ne mette in vibrazione le pareti.

Infine bisogna dire della *voce di testa* e della *voce di petto*. La voce umana può assumere due registri differenti, essa d'ordinario è chiara, sonora, forte, sostenuta, e si accompagna a vibrazioni della parete toracica, perchè risuona principalmente nel tubo portaria, in tal caso dicesi *voce ordinaria* o *di petto*, ed ha una estensione nella scala musicale propria del tipo cui appartiene; invece l'individuo, oltre alla sua voce ordinaria, può dare una voce particolare, colla quale raggiunge suoni molto alti, voce che è debole; non dà vibrazioni nel torace, ma solo nel tubo di aggiunta, non è sostenuta, e dicesi voce di *voce di testa* o *di falsetto*; così che l'individuo oltre al registro di voce ordinaria, col quale dà suoni piuttosto gravi, può passare al registro di voce di falsetto, col quale può dare suoni molto alti; nella donna vi ha piuttosto una gradazione insensibile fra questi due registri, invece nell'uomo vi si nota una distinzione marcatissima. Sul modo come si produce la voce di falsetto esistono tuttavia dei dubbii, sembra però che il fatto principale stia nell'elevazione della laringe, nella dilatazione forzata della glottide, nella forte tensione delle corde e nella vibrazione delle stesse, non in tutta la loro estensione, ma soltanto nel loro margine libero, come pure è a notarsi una forte elevazione del velo pendulo e della base della lingua. La *ventriloquia*, che mediante l'esercizio può raggiungere una grande perfezione, non consiste in altro che nella possibilità di mutare registro di voce, sostenendo in tal modo dei dialoghi, in cui sembra, che abbiano parte due o più individui; e ciò si ottiene non solo passando dal registro di voce ordinaria a quella di falsetto ovvero a quella di basso, ma ancora dando alla voce diverso grado di risonanza e mutandone del pari il timbro.

Il nome di *ventriloquia* o *engastrimania* viene dalla erronea interpretazione che si dava dagli antichi al fatto, ritenendo essi che gli *Engastrimanti* parlassero col ventricolo.

Parola—Se l'uomo avesse soltanto la facoltà di dar *suoni* colla laringe, il suo organo vocale non si differenzierebbe gran fatto, per questo riguardo, dagli ordinarii strumenti musicali, e la *voce* in tal caso servirebbe appena a fare avvertiti gli altri della sua presenza, ovvero a chiamarli per i varii.

bisogni della vita, come succede negli animali o nello stesso uomo allorchè è appena nato. Però l'uomo è dotato di un mezzo importante, che forma una delle sue caratteristiche più nobili, qual'è la *parola*, colla quale giunge a comunicare interamente al suo simile, e nel modo più rapido e perfetto, lo stato del proprio animo.

Il bambino esprime lo stato del suo animo coi vagiti, accompagnati da gesti e da movimenti mimici della fisonomia, e con ciò ottiene cure, guida, nettezza, alimento, carezze ec.; si esprime dunque non colla parola ma col *linguaggio mimico istintuale*, che è proprio anche degli animali, e che nell'uomo rappresenta il mezzo principale per imparare e formare il *linguaggio razionale*. Poscia a poco a poco il bambino impara e cerca d'imitare quei suoni, che i genitori fanno corrispondere sempre a dati oggetti o a date persone, e li pronunzia allorchè li desidera, senza comprenderne il significato (1); egli conversa pure con altri uomini, ma invece di badare al significato delle parole, pone piuttosto attenzione alla parte istintuale del loro loro linguaggio, cioè ai suoni ed al modo, od agli atti con cui questi si esprimono; onde lo si può chiamare *bello*, ma con asprezza di fisonomia, ed egli fugge. Quindi il bambino impara a *parlare* mediante una continua imitazione dei suoni che sente, e poscia a misura che si persuade, col crescere negli anni, della corrispondenza di dati suoni a dati oggetti, o a date idee, e li ricorda bene, cerca di perfezionare tali suoni e di renderli per quanto più può identici a quelli che sente (vera *parola*), come pure in molti rincontri fa ammeno del linguaggio instintuale, linguaggio che gli era necessario quando tali suoni erano imperfetti.

In che consiste il meccanismo della *parola*, nel senso fisiologico?

La *parola* è un'insieme di suoni e rumori armonizzato dalla volontà, ed avente lo scopo di rendere a chi sente lo stato presente dell'animo di chi parla, non che le reminiscenze del passato e le tendenze verso il futuro. I *suoni* sono prodotti da vibrazioni delle corde vocali nella laringe, ed i *rumori* dagli ostacoli che incontra l'aria nella sua uscita per il tubo faringo-orale; la *parola* dunque è la *voce articolata*. Si distingue un parlare senza voce o sottovoce, ed un parlare a voce alta; nel primo caso (*susurrare*) l'aria esce liberamente per la laringe, senza mettere in vibrazione le corde, e produce rumori nel cavo orale, invece nel secondo caso (*favella sonora*) a questi rumori si aggiungono dei suoni prodotti da vibrazioni delle corde vocali.

La parola si compone di due elementi, cioè di *vocali* e di *consonanti*; le prime consistono di *suoni* generati nella laringe, e di poco modificati nel tubo faringo-orale; e le seconde risultano di *rumori* variamente prodotti negli ostacoli, che incontra l'aria alla sua uscita per lo stesso tubo faringo-orale.

(1) I bambini totalmente *sordi* non imparano a parlare, onde sono in pari tempo *muti*.

Digitized by Google

Le *vocali* si producono per la diversa forma che prende il tubo faringo-orale al passaggio dell' aria, e il cambiamento principale di forma consiste nell' accorciarsi e nell'allungarsi che fa la bocca; in generale nella pronunzia delle vocali l'aria esce tutta per la bocca, essendone l'uscita per le narici impedita dalla elevazione del palato molle, ciò che è necessario perchè il suono non diventi *nasale*.

A — È la vocale più facile a pronunziarsi, giacchè non richiede molti sforzi; la bocca è aperta largamente, l'elevazione del palato molle è poco sensibile, e la lingua è abbassata sul pavimento della cavità orale, la quale ultima in tale pronunzia ha la forma di un largo e corto imbuto.

E—La bocca è meno aperta, il velo pendulo più elevato, le labbra si ritirano alquanto indietro, lasciando un'apertura ellittica trasversalmente per modo che la lunghezza del cavo orale diminuisce, ed infine la lingua si eleva verso il palato duro.

I—La bocca è come nella pronunzia dell'*e*, tranne che l'elevazione del palato molle è massima, e la lingua coi sui margini tocca l'arcata dentaria superiore e colla sua punta rimane a piccola distanza dal palato duro.

O—Le labbra si prolungano innanzi e formano un' apertura larga e circolare, l'elevazione del palato molle è maggiore che nella pronunzia dell'*e*, infine le arcate dentarie si scostano fra loro e la base della lingua si eleva contro il palato.

U—In questa vocale il tubo orale raggiunge il massimo d'allungamento, perchè le labbra si portano molto allo innanzi e presentano un'apertura stretta e circolare, e la lingua mentre è abbassata sul pavimento della cavità orale, si porta colla base molto allo indietro.

La pronunzia delle vocali è accompagnata pure da movimenti in totalità della laringe, la cui elevazione aumenta sempre nell' ordine seguente: *u, o, a, e, i*.

Le *consonanti* consistono di suoni divenuti rumori nel cavo orale, per ostacoli che incontrano nella loro uscita; questi ostacoli possono ridursi a tre cioè: 1° il restringimento, o istmo, o spazio rimasto tra la base della lingua e il velo pendulo, 2° lo spazio od istmo tra la punta della lingua e il palato duro, assieme all'arcata dentaria superiore, e 3° infine l' ostio tra le due labbra. A seconda dunque che le consonanti si generano per ostacoli in uno di questi tre recinti si diranno: *gutturali*, *linguali* e *labiali*, e le *linguali* poi si sottodistinguono in *palatine* o *dentali*.

Il modo col quale si generano le consonanti in questi istmi è doppio, o cioè la pronunzia esige un certo tempo come *f*, *l*, *m*, *n*, *r* ed *s*, ed allora diconsi *consonanti sostenute*, ovvero la pronunzia si fa d' un colpo, cioè togliendo rapidamente l'ostacolo all'aria, ed in tal caso si hanno le *consonanti non sostenute* od *esplosive*, come in *b*, *c*, *d*, *g*, *p*, *q*, *t*, *v*.

Consonanti sostenute—L'*F* si pronunzia facendo uscire dolcemente l'aria attraverso una piccola fenditura rimasta fra il labbro inferiore e il margine

degl'incisivi superiori; l'*L* si forma poggiando la punta della lingua sotto il palato e costringendo l'aria ad uscire lentamente fra i margini della lingua stessa e i denti molari; l'*S*, facendo uscire l'aria dolcemente per una sottilissima fessura rimasta fra la punta della lingua e gl'incisivi superiori l'*R*, rendendo tremula la punta della lingua sotto del palato duro nel mentre esce l'aria; infine l'*M* e l'*N* si pronunziano facendo uscire e risuonare l'aria per le narici, e ciò avendo il palato molle abbassato, ed impedendo l'uscita all'aria per la bocca, val dire chiudendo le due labbra nell'*M*, e battendo la punta della lingua sotto del palato nell'*N*. Rimanendo una fenditura tra la punta della lingua e il palato duro, e prolungando innanzi le labbra alquanto aperte, si può pronunziare l'J francese (jeune).

Consonanti esplosive—Per la rapida apertura dell'istmo delle fauci si pronunzia il *K* e il *Q*, aprendo nel primo caso la bocca e restringendola a tubo nel secondo; scostando convenientemente e di un colpo la lingua dal palato duro si possono formare il *C*, il *G*, il *D*, ed il *T*; infine scostando rapidamente fra loro le due labbra si può pronunziare il *B* ed il *P* (1), e scostando il labbro inferiore dagl'incisivi superiori si pronunzia il *V* (2).

Le consonanti composte si formano per l'unione delle semplici, come l'*X* da *K* e *S*, la *Z* da *S* (stridente) e *T*, ec.

L'H infine consiste nell'uscita rapida dell'aria per la glottide allargata e per la bocca aperta, rimanendo però l'istmo delle fauci dolcemente ristretto.

CAPITOLO IV°

APPARECCHIO NERVOSO

L'apparecchio nervoso si compone in generale dell'*Asse cerebro-spinale* e dei *Nervi periferici*, compreso il *Gran simpatico*. L'asse cerebro-spinale rappresenta la vera parte *centrale* dell'apparecchio nervoso, da cui emana la parte *periferica*, cioè i nervi, i quali nel distribuirsi ai diversi organi del corpo, stabiliscono fra questi e l'asse cerebro-spinale una *relazione*, che può aver luogo in un doppio modo, cioè *diretta* per gli organi della vita animale, ed *indiretta* per gli organi della vita vegetativa. La relazione indiretta si stabilisce appunto mercè il sistema dei ganglii del gran simpatico,

(1) Nel *B* però l'orbicolare delle labbra è in istato di rilasciamento, laddove che per la pronunzia del *P* l'orbicolare si contrae e tira alquanto in basso il margine del labbro superiore.

(2) La lieve e non ancora ben determinata differenza fra il modo di formazione d'alcune consonanti e quello d'altre affini, fa sì che senza istruzione ortografica facilmente si scambia una consonante per un'altra, come il T in luogo di D, B per P, C per G ec.

i quali ordinariamente presiedono alle funzioni vegetive e le rendono fino ad un certo punto indipendenti dall' asse cerebro-spinale. Ciò non toglie però che negli organi di vita animale si trovino talvolta dei nervi del gran simpatico (ad es. i nervi ciliari nell' occhio), e che negli organi della vita vegetativa si trovino i nervi provenienti direttamente dall' asse cerebro-spinale (ad es. il trigemino per l'apparecchio della masticazione); anzi nella distribuzione del gran simpatico si debbono trovare di necessità i nervi dell' asse cerebro-spinale, che costituiscono le sue radici.

Se la parte *periferica* dell' apparecchio nervoso serve a condurre gli eccitamenti; centripeti o centrifughi, la parte *centrale* invece serve non solo a ricevere gli eccitamenti centripeti e ad emanare i centrifughi, sempre in modo coordinato, ma ancora a mettere in relazione questi eccitamenti fra loro e colle facoltà psichiche. Una distinzione anatomica fra la parte centrale e periferica dell' apparecchio nervoso, riguardante gli elementi costitutivi, è difficile a farsi, giacchè tanto nelle parte centrale che periferica si trovano sia cellule che tubulini nervosi; le prime, è vero, predominano nelle origini centrali dei nervi, ma esistono pure alle loro ultime terminazioni e nei ganglietti periferici degli organi, ed i secondi, cioè i tubulini, abbondano pure nelle masse nervose centrali, ove connettono le cellule nervose fra loro.

Questo capitolo verrà diviso in cinque paragrafi; nel 1° si studierà la fisiologia del midollo spinale e dei suoi nervi, nel 2.° la fisiologia del midollo allungato e dei suoi nervi, nel 3.° la fisiologia del cervelletto, nei 4.° le funzioni del mesocefalo (ponte, peduncoli e corpi quadrigemelli) e del cervello, e finalmente nel 5.° la fisiologia del gran simpatico ed il rapporto fra le funzioni vegetative e l' apparecchio nervoso.

§ 1.° *Midollo spinale e suoi nervi.*

È quella parte dell' asse cerebro-spinale allogata nella teca vertebrale, ed estesa dall' incrociamento sotto alle piramidi del midollo allungato in sino al cono midollare terminale, cioè dal forame occipitale fino al livello fra 1.ª e 2.ª vertebra lombare.

Anatomia — Il midollo spinale è rinchiuso in tre membrane, una esterna fibrosa (*dura madre*) a mo' di astuccio, una media sierosa (*aracnoide*), che mentre veste la dura madre col foglio parietale, veste il midollo col foglio viscerale, ed una interna (pia madre) che risulta di connettivo e di vasi, e che veste direttamente la sostanza nervosa. L' aracnoide è una sierosa, e nel vestire il midollo non vi aderisce strettamente, bensì alla faccia posteriore di quest'ultimo rimane un grosso spazio sotto-aracnoideale, pieno di siero e comunicante cogli spazii sotto-aracnoideali del cervello.

Facendo una sezione nel midollo spinale verso la sua metà, si nota

Digitized by Google

allo intorno la pia madre, la quale manda verso lo interno tante trabecole di connettivo, le quali si dirigono verso il centro, si riducono in altre trabecole di vario ordine, e poi terminano tutte in un piccolo astuccio di connettivo, situato nell'asse del midollo, e tapezzato internamente da epitelio vibratile (canale centrale del midollo spinale). Assieme a queste trabecole penetrano dalla pia madre nel midollo molti vasi sanguigni, i quali si risolvono in un reticolo molto più fitto verso il centro, che verso la parte periferica.

Riguardo alla sostanza nervosa propriamente detta, la sezione del midollo presenta sostanza *bianca* allo interno e sostanza *grigia* nel centro; la prima è distinta in tre *colonne* o *cordoni* per ciascun lato, *anteriore, laterale* e *posteriore* (i cordoni laterali assumono grande sviluppo nella porzione cervicale). Nel contorno della sezione si notano due solchi impari e due pari, dei primi uno è anteriore e poco profondo, e l'altro è posteriore e molto profondo; dei secondi poi si distinguono uno antero-laterale tra il cordone anteriore ed il laterale, da cui escono le radici anteriori, ed un'altro postero-laterale tra il cordone laterale ed il posteriore, da cui nascono le radici posteriori.

La sostanza grigia spinale presenta alla sezione la figura di una farfalla o meglio di un)=(, con due corna allo innanzi e due allo indietro; dagli apici appunto di queste corna nascono i fasci delle *radici* (nel midollo cervicale esistono pure le corna accessorie per i cordoni laterali). Dal midollo adunque escono in una sezione quattro fasci di radici, due anteriori di moto e due posteriori di senso; questi fasci per ciascun lato si dirigono verso l'esterno, quello di senso forma un ganglio, poi si riunisce a quello di moto e costituisce un'unico cordone di natura mista, che esce dalla teca vertebrale (*f. 213. T.* X).

La sostanza bianca spinale è fatta da tubulini, costituiti da un grosso cilindrasse e da poca sostanza midollare, la quale tocca direttamente le trabecole del connettivo, che forma lo stroma del midollo (*f. 137. T.V.*); questi tubulini decorrono in vario senso, così quelli dei cordoni decorrono longitudinalmente o con poca obbliquità, laddove che quelli che escono dalla sostanza grigia e quelli che formano la commessura anteriore (esistente fra il solco anteriore ed il canale centrale) hanno un decorso trasversale. I tubulini nervosi longitudinali dei cordoni posteriori sono sottili, invece sono grossi nei cordoni laterali ed anteriori. La commessura anteriore risulta di tubulini trasversali, pei quali si stabilisce sia l'incrociamento fra le fibre dei cordoni anteriori, sia la comunicazione fra la sostanza grigia di un lato con il cordone del lato opposto. Alla parte posteriore del canale centrale esiste una commessura grigia molto sottile, la quale sembra destinata a riunire le due corna posteriori della sostanza grigia, ovvero il corno di un lato col cordone posteriore del lato opposto, e permettere così l'incrociamento delle fibre posteriori del midollo.

Le cellule nervose della sostanza grigia sono multipolari, e delle loro braccia alcune si mettono in relazione colle radici, altre colle cellule sopra e sottostanti, altre con cellule del lato opposto, ed altre infine con cellule dello stesso lato ma spettanti ad un' altro corno della sostanza grigia; queste cellule sono costituite dallo intreccio delle fibrille primitive appartenenti a molti tubulini, in cui si trova accumulato il protoplasma granuloso e pigmentato, ed in mezzo a questo si vede un nucleo come una vescicola sferica contenente un piccolo nucleolo lucente. Recentemente si dubita molto della esistenza delle cellule nervose nelle corna posteriori, giacchè mentre nelle corna anteriori le cellule nervose sono grosse e numerose, sono invece più piccole e più rare nelle corna posteriori, ove riesce spesso difficile a distinguerle dalle cellule stellate di connettivo, colle quali sono unite (*f. 136. T. V.*) (1).

Le cellule nervose spinali adunque si trovano in relazione: 1.° colle radici rispettive, 2.° col cervello, 3.° colle cellule del lato opposto, onde le cellule di un corno anteriore sono in relazione colle cellule dell'altro corno anteriore, e 4.° in fine le cellule delle corna posteriori (nel caso che esistano) sono in relazione colle cellule delle corna anteriori.

Le fibre dei cordoni non decorrono, dalle radici spinali al cervello, isolate sempre nello stesso cordone, bensì per via s' incrociano; l'incrociamento delle fibre dei cordoni posteriori avviene lungo tutto il midollo spinale, invece l'incrociamento delle fibre dei cordoni anteriori e laterali è poco sensibile lungo il midollo spinale e diviene cospicuo sotto le piramidi del midollo allungato. I tubulini delle radici entrati nel midollo si pongono direttamente in comunicazione colla sostanza grigia delle rispettive corna, anteriori e posteriori, ed indirettamente poi, cioè per la sostanza grigia, vanno a costituire i cordoni anteriori, posteriori e laterali; val dire i cordoni anteriori risultano di tubuli venuti per le radici posteriori, ed i cordoni laterali di tubuli venuti prevalentemente dalle radici anteriori, che dalle posteriori.

Dal midollo spinale partono 31 paia di nervi; ciascun nervo spinale è *misto*, ed è costituito dai tubulini di moto della radice anteriore e dai tubulini di senso della radice posteriore, la quale ultima prima di congiungersi alla radice di moto forma un ganglio (*f. 139. T. V*), val dire in mezzo ai tubulini si trovano accumulate delle cellule nervose, per la massima parte unipolari o bipolari, da cui partono molti tubulini, che si riuniscono a quelli venuti dal midollo spinale. I nervi spinali misti, usciti dai forami intervertebrali, vanno a diramarsi alle diverse parti del corpo di senso e di moto, con le seguenti leggi scoverte da *Türck* mediante vivisezioni sui cani: 1.ª i nervi di ciascun lato non oltrepassano la linea mediana (eccetto

(1) Le cellule delle corna anteriori possono avere in media 0mm,06 a 0mm,13 di diametro, e le cellule delle corna posteriori hanno appena 0mm,018 (*Kölliker*).

per i visceri); 2.ª uno stesso palo di radici spinali innerva d'ordinario i muscoli e la pelle che li ricopre; 3.ª ogni muscolo riceve nervi da più radici vicine; e 4.ª per la pelle del tronco si hanno provincie *assolute* di distribuzione, appartenenti cioè ad una sola radice di senso, invece negli arti, e molto più nelle estremità di questi si hanno provincie *miste*, cioè ogni provincia riceve nervi da più radici vicine.

I nervi spinali infine dànno rami misti, cioè di moto e di senso, ai gangli del gran simpatico (*rami comunicanti*), mediante i quali innervano i muscoli e gran parte delle mucose degli organi splancnici.

Fisiologia — Il midollo spinale rappresenta: 1.° un gran *conduttore*, esteso tra il cervello e la periferia del corpo, tanto per le azioni centrifughe che per le centripete, quindi porta ai muscoli gl' impulsi volitivi, e porta al cervello le impressioni fatte sugli organi del senso; il midollo spinale però riunendo in pochi fascetti le molte fibre delle radici, riesce *coordinatore* delle azioni che lo attraversano; 2.° il midollo spinale riunendo in sè stesso fibre nervose di varia natura (di senso e di moto), rappresenta un gran *centro di fenomeni riflessi*; e 3.° infine il midollo spinale per le cellule nervose che contiene riesce *centro speciale* di particolari movimenti.

Di tutte le radici che escono dal midollo spinale, le anteriori sono *di moto* e le posteriori *di senso* (*legge di Ch. Bell*). Questa legge si dimostra colla così detta *rana del Müller;* se ad una rana si recidono a destra le 4 ultime radici spinali di moto ed a sinistra le 4 ultime radici di senso, dopo un certo tempo l'animale presenterà l'arto destro paralizzato e sensibile, e l'arto sinistro insensibile e mobile. Quindi le radici anteriori sono di moto e le posteriori di senso; l'irritazione delle radici posteriori determina delle sensazioni nelle parti della pelle che esse innervano (1), e l'irritazione delle radici anteriori determina dei movimenti nei muscoli ai quali esse si portano; la recisione delle radici posteriori porta la perdita della sensibilità (e del senso muscolare), e la recisione delle radici anteriori paralizza i muscoli corrispondenti (*Wundt*).

I cordoni anteriori adunque, riunendo tubulini di moto, conducono gli eccitamenti centrifugamente; invece i posteriori riunendo tubulini di senso conducono gli eccitamenti centripetamente; onde recisi i cordoni anteriori spinali, i muscoli del corpo sottostanti al taglio non possono essere più influenzati dalla volontà e restano paralizzati; invece recisi i cordoni posteriori spinali, le impressioni tattili fatte sulle parti sottostanti al taglio

(1) Allorchè uno stimolo colpisce un nervo di senso nel suo decorso o nel suo centro, l'individuo riferisce l'impressione sempre nella distribuzione periferica dello stesso nervo; così un urto sul n. cubitale fa sentire il formicolio nelle ultime due dita della mano; gli ammalati di meningite spinale avvertono dei dolori lancinanti nelle gambe ec. (*Legge della eccentricità della sensazione*).

Digitized by Google

non possono giungere più alla coscienza e quindi queste parti restano insensibili od anestesiche.

La *paralisi* che si stabilisce per il taglio dei cordoni anteriori è sempre diretta, così reciso il cordone destro si ha paralisi a destra; invece l'*anestesia* che si ha per il taglio dei cordoni posteriori è sempre incrociata massime se la lesione è alquanto alta), cioè che reciso il cordone posteriore destro si ha anestesia a sinistra. Ciò dipende dal perchè i cordoni anteriori s'incrociano principalmente sotto alle piramidi del midollo allungato, ed i cordoni posteriori invece s'incrociano lungo tutto il midollo.

La recisione dei cordoni posteriori prima di dare l'anestesia completa, produce *iperestesia* nelle parti sottostanti, cioè grande aumento di sensibilità, che dura per poco tempo; e la recisione dei cordoni anteriori cagiona *iperkinesia* nelle parti sottostanti, val dire tendenza alle convulsioni per piccoli stimoli (*Brown-Séquard*), anche per un tempo limitato.

I cordoni laterali poi, riunendo fibre di senso e di fibre di moto, sono *misti*, apportando la loro recisione tanto paralisi che anestesia incompleta nelle parti sottostanti; la paralisi però ha luogo prevalentemente nei muscoli della respirazione, i cui nervi prendono appunto origine nella porzione cervicale dei cordoni laterali.

L'irritazione diretta della sostanza bianca del midollo spinale, cioè dei cordoni non desta alcun fenomeno, invece se lo stimolo invade le radici si hanno subito contrazioni per le radici anteriori e dolori per le radici posteriori. Certi Fisiologi vorrebbero sostenere che i cordoni anteriori sieno eccitabili ed i posteriori sensibili (*Longet*, *Vulpian*, *Fick*), ma a quanto pare l'irritazione in tal caso si è dovuta diffondere alle radici, od almeno alle meningi spinali, che sono egualmente sensibili. Facendo una sezione trasversale del midollo spinale ed irritando direttamente la sostanza *grigia* e la sostanza *bianca*, queste si presentano ineccitabili ed insensibili onde furono dette sostanze *estesodiche* e *kinesodiche* (*Schiff*). La sostanza grigia delle corna posteriori avrebbe per ufficio particolare di condurre al cervello le impressioni dolorifiche, laddove che le tattili vi si porterebbero per i cordoni posteriori (*Schiff*); perciò, anche recisi i cordoni posteriori, finchè rimane integra la sostanza grigia (anche per un piccolo tratto), le impressioni dolorifiche verranno sempre avvertite (1); invece recisi i cordoni posteriori (od anche lesi profondamente per malattie) si perde il senso tattile e muscolare nelle parti sottostanti, e l'individuo non avvertendo più il terreno sotto ai suoi

(1) La cloroformizzazione ci convince come la sensibilità tattile e la dolorifica debbano avere due vie distinte nel midollo spinale; infatti un'individuo soggetto all'azione del cloroformio, perde interamente la sensibilità dolorifica, ma d'ordinario avverte ancora le impressioni tattili. *Brown-Séquard* poi ammette nel midollo spinale, oltre a queste due, altre tre vie centripete, una cioè pel senso muscolare, un'altra per il solletico, ed un'altra per il senso termico, e ciò poggiandosi sui fatti clinici.

piedi, nè potendo più proporzionare lo sforzo dei suoi muscoli per un dato movimento, presenta grande irregolarità nel muoversi, quantunque i movimenti si eseguano con forza, onde cammina dimenando le gambe e battendo fortemente i piedi a terra (*atassia locomotrice*).

I *nervi spinali* essendo misti provvedono di sensibilità e di motilità le diverse parti del corpo in cui si distribuiscono, la recisione per conseguenza di molti nervi spinali conduce all'anestesia e paralisi delle parti innervate, e nel nervo reciso tanto il moncone centrale che il periferico sono eccitabili per gli stimoli, il primo recando dolore, ed il secondo contrazioni.

Le due radici spinali, che costituiscono ciascun nervo spinale misto, sono l'anteriore di moto e la posteriore di senso, e sono molto eccitabili per modo che la prima sotto l'influenza degli stimoli dà contrazioni, e la seconda dolori, i quali dall'individuo si riferiscono sempre nella distribuzione periferica; fin da *Magendie* però si è osservato che la radice anteriore gode di una certa sensibilità, sensibilità che rimane soltanto nel moncone periferico dopo la recisione, e che per ciò da *Bernard* fu spiegata per alcune fibre sensitive *ricorrenti*, le quali, partite dalla radice posteriore, si portano alla radice anteriore. Il fatto per altro può avere tutt'altra spiegazione; cioè che la sensibilità della radice anteriore si deve al suo involucro di meningi, che è sensibile perchè riceve nervi dalla radice posteriore; o pure che facendo uso dello stimolo elettrico si produce un'elettrotono indotto dalla radice anteriore nella radice posteriore, e da ciò la stimolazione; il certo è che recisa la radice posteriore, scomparisce ogni sensibilità nella radice anteriore.

La radice posteriore prima di congiungersi all'anteriore forma, come si è detto, un ganglio; le funzioni di questo ganglio sono ignorate, non si conosce che la sua influenza trofica, scoverta da *Waller* e verificata da *Bernard* e da un gran numero di Fisiologi. Allorchè si taglia una radice anteriore, il moncone periferico si atrofizza, laddove che il moncone centrale rimane integro, giacchè esso trovasi ancora in connessione col suo centro trofico, il midollo; al contrario quando si taglia una radice posteriore tra il midollo e il ganglio, si mantiene intatto il moncone periferico, mentre che il moncone centrale aderente al midollo si atrofizza; i gangli delle radici posteriori spinali hanno adunque l'ufficio di *centri trofici* sopra i nervi sensitivi, laddove che i centri trofici per i nervi di moto si trovano entro lo stesso midollo spinale (*Küss*).

Il midollo spinale per le cellule ganglionari che contiene può essere *centro di movimenti riflessi*, in modo che pervenutevi azioni centripete dalla periferia, queste si riflettono nella sostanza grigia ed escono dal midollo in forma di azioni centrifughe; l'eccitamento viene trasportato adunque dalle radici posteriori alle radici anteriori. Tutto ciò si spiega per le cellule multipolari, massime delle corna anteriori, le quali se da una parte comunicano colle fibre di senso, dall'altra comunicano con quelle di moto.

Non in tutti gli animali il potere reflettorio del midollo spinale, o in altri termini la sua eccitabilità riflessa, trovasi eguale; negli uccelli si trova al massimo, poi vengono gli anfibii (massime in inverno), poi i rettili, i mammiferi ed i pesci, quindi uno stesso stimolo è capace di dare movimenti tanto più estesi per quanto maggiore è l'eccitabilità riflessa dell'animale.

Per ottenere i movimenti riflessi spiccati ed energici bisogna isolare il midollo spinale dai centri superiori encefalici, decapitando l'animale, giacchè questi ultimi con alcune loro parti (1) esercitano sul potere reflettorio del midollo una moderazione. Molti fisiologi però, fra cui *Schiff*, *Wundt* ec., non ammettono questa *moderazione*, o questi centri moderatori o paralizzatori, e spiegano l'esagerazione de' movimenti riflessi per il fatto che lo stimolo giunto nel midollo per le fibre di senso, non potendosi diffondere al cervello che manca, si scarica tutto sulle fibre di moto che escono dal midollo, e quindi queste ricevono una carica maggiore.

Gli stessi movimenti riflessi esagerati si osservano negli individui con malattie spinali, che ledono più o meno la continuità del midollo; in tal caso gl'individui hanno le gambe paralizzate, e queste scattano come molle talvolta per un piccolo solletico o per una puntura. Nel sonno, allorchè il cervello è pressochè innattivo, un piccolo solletico sotto la pianta del piede spesso fa ritirare bruscamente la gamba, e ciò per movimento riflesso esagerato.

Il midollo nell'essere centro dei movimenti riflessi, non lascia di essere centro coordinatore delle azioni, che lo attraversano, per cui ne possono succedere movimenti riflessi coordinatissimi, come si osserva nella rana decapitata allorchè la si irrita sul dorso con una goccia di ac. solforico; la rana salta per lo stimolo, e cerca colle sue zampe di allontanarlo, nettandosi il dorso. Ciò dipende dal potere coordinatore del midollo sugli eccitamenti che lo percorrono; e vale molto meglio ammettere nel midollo dei centri di coordinazione, anzichè voler dire che nel midollo esistono centri della coscienza e della volontà, come vorrebbe *Pflüger*.

Recidendo la testa ad una rana, ed immettendo nello speco vertebrale un filo di ferro, la rana prima flette tutti gli arti, e poscia li estende fortemente, perciò taluni dissero che nel midollo esistono centri per i muscoli flessori e centri per gli estensori degli arti. Ciò è falso, ed invece il fenomeno si spiega per il fatto della prevalenza dei muscoli flessori negli arti superiori e degli estensori negli inferiori. Quando la punta del filo di ferro irrita il rigonfiamento cervicale del midollo, vengono eccitati i nervi per gli arti toracici, e questi si flettono fortemente per la prevalenza dei muscoli flessori (in tal caso gli arti addominali si flettono anch'essi per movimento

(1) I talami ottici e i corpi quadrigemelli sarebbero i centri moderatori della eccitabilità riflessa spinale (*Setschenow*).

associato); quando invece la punta del filo irrita il rigonfiamento lombare del midollo da cui partono i nervi per gli arti addominali, questi si estendono con energia per il predominio dei muscoli estensori.

I movimenti riflessi riescono altrettanto più energici per quanto lo stimolo si applica più verso la periferica del nervi di senso, ove cioè questi sono più eccitabili.

Il potere reflettorio del midollo spinale, oltre al crescere di molto per l'ablazione del cervello, si esagera immensamente per certi veleni (stricnina, morfina, nicotina, veratrina, cicutina ec.); basta mettere sotto la pelle della rana pochi cristalli di stricnina, perchè questa dopo poco cada in tetano, diviene cioè tutta rigida e tesa come un pezzo di legno, se però l'animale si lascia tranquillo in un luogo dove esiste perfetto silenzio ed oscurità, a poco a poco si rilascia, gli arti cioè divengono flosci; ma trovandosi il potere reflettorio del midollo di molto esagerato (cioè la conducibilità o trasmissibilità dell'eccitamento fra i singoli elementi aumentata), basta un po' di luce, un piccolo rumore, il minimo tocco, perchè l'animale venga di nuovo preso dal tetano (*stato reflettorio*).

Il potere reflettorio invece viene considerevolmente scemato in seguito ai prolungati e ripetuti eccitamenti, per l'anemia, per il freddo, per l'ac. idrocianico, per l'atropina ec.

Tra i movimenti riflessi del corpo (esclusi i volontari e gli associati, che non sono riflessi) alcuni giungono alla coscienza, così p. e. la tosse, lo sternuto ec. sono movimenti riflessi di cui l'individuo è conscio, invece il movimento peristaltico dell'intestino, la contrazione della vescica ec. sono movimenti riflessi che non vengono a conoscenza dell'individuo; i primi diconsi propriamente *movimenti riflessi* ed i secondi *automatici*; i primi si compiono d'ordinario da muscoli striati che ricevono nervi dall'asse cerebrospinale o sistema nervoso animale ed i secondi si compiono da muscoli lisci che ricevono nervi del sistema della vita vegetativa, cioè dal gran simpatico.

I movimenti riflessi a differenza degli altri movimenti hanno i seguenti caratteri distintivi: 1° si compiono per stimoli fatti su i nervi di senso, 2° avvengono a scosse e non sono sostenuti, 3° lo stimolo che li produce d'ordinario giunge al cervello (nello stato normale) e dà dolore, ovvero sensazione spiacevole, e 4° l'eccitazione rimane per molto tempo latente, tanto che secondo *Helmholtz* è stata calcolata circa 11 a 14 volte più lunga che l'eccitazione latente per stimolazione diretta dei nervi di moto.

I movimenti riflessi, riguardo alla loro estensione dipendono, oltre alla specie dell'animale ed allo stato dello stesso, dalla intensità dello stimolo, ed in ciò seguono certe particolari leggi, scoverte da *Pflüger*, e che si verificano in animali, in cui il potere reflettorio non è nè esagerato, nè depresso:

1.ª Allorchè lo stimolo è *debole* desta un movimento riflesso, che si av-

verà nei muscoli animati da nervi, i quali escono dal midollo allo stesso livello ed allo stesso lato dei nervi pei quali è stato portato lo stimolo senza cambiare livello, e molto più senza oltrepassare il lato del corpo; così uno stimolo leggiero sulla gamba desta contrazione nei muscoli della stessa gamba (*legge della unilateralità*).

2.° Allorchè lo stimolo è *forte* le contrazioni avvengono in muscoli animati da nervi che escono tanto dallo stesso lato che dal lato opposto del midollo; così uno stimolo forte sulla gamba destra porta contrazione tanto nella gamba destra che nella sinistra (*legge della simmetria*).

3.° Quando lo stimolo è forte, il lato opposto a quello stimolato presenta contrazioni meno intense di quest'ultimo (*legge della intensità*).

4.° Allorchè lo stimolo è *fortissimo*, il movimento riflesso avviene non solo nei muscoli di entrambi i lati del corpo, ma ancora in muscoli innervati da radici che escono dal midollo ad un livello molto superiore; così uno stimolo intensissimo sulla gamba destra desta contrazioni non solo nelle due gambe, ma ancora nelle due cosce e nel tronco (*legge della irradiazione*).

5.° Finalmente se la eccitabilità del midollo spinale o la sua conducibilità è cresciuta a segno che lo stimolo giunge fino al midollo allungato, allora si hanno *movimenti riflessi generali* in forma prima di trisma e poi di tetano o di convulsioni epilettiformi (*legge della generalizzazione*).

Il midollo spinale è il centro della tonicità dei muscoli, nei quali quest'ultima si ammette, dippiù esso è centro dei nervi vasomotori, nervi che decorrono poi a preferenza nei rami del gran simpatico. Il midollo spinale presenta inoltre certi centri speciali in alcune sue località, come il centro *cilio-spinale* tra midollo cervicale e dorsale, centro che irritato produce contrazione di tutt'i vasi del collo e della testa con dilatazione della pupilla, e che reciso porta dilatazione dei detti vasi e restringimento della pupilla, per la prevalenza dello sfintere di quest'ultima. Nell'ultima porzione poi del midollo spinale si notano tre centri disposti l'uno sotto dell'altro, quali il *genito-spinale* (nel cane all'altezza della 4ª vertebra lombare—*Budge*) per l'apparecchio genitale, l'*ano-spinale* (nel cane alla parte media della 5ª vertebra lombare, e nel coniglio alla parte inferiore della stessa vertebra—*Masius*) per l'innervazione dello sfintere anale, ed il *vescico spinale* (nel cane verso la parte inferiore della 5ª vertebra lombare, e nel coniglio alla parte inferiore della 7ª vertebra lombare—*Masius*) per l'innervazione dello sfintere vescicale; irritati questi due ultimi centri si ha spasmo tanto dello sfintere vescicale cho dello anale; ed invece distrutti questi centri si stabilisce la paralisi dei due sfinteri, onde le urine e le fecce non possono essere trattenute.

Digitized by Google

§ 2.° — *Midollo allungato e suoi nervi.*

Il midollo allungato è il mezzo di comunicazione fra il midollo spinale e le diverse parti dell'encefalo, dippiù è il centro delle funzioni più importanti per la vita.

Anatomia — Facendo una sezione trasversale del bulbo ad un centimetro dal ponte si nota allo indietro il quarto ventricolo con un solco nel mezzo, e poi allo innanzi il solco longitudinale anteriore del bulbo, cui segue per ciascun lato, d'avanti in dietro, prima la *piramide* (continuazione del cordone laterale e parte del cordone anteriore spinale), poi il *cordone intermediario* (che si nota bene verso l'apice del bulbo e che è continuazione del cordone laterale spinale), e poi indietro il *corpo restiforme* (continuazione del cordone posteriore spinale); oltre a queste parti principali, nel bulbo si notano delle parti del tutto nuove, come l'*oliva* all' esterno della piramide anteriore, ed il *rigonfiamento mammillare* o *piramide posteriore* allo interno del corpo restiforme.

Riguardo all'Anatomia sottile del bulbo bisogna studiare quattro argomenti, cioè: 1° il decorso delle fibre longitudinali, 2° quello delle fibre trasversali, 3° la sostanza grigia e 4° l'origine dei nervi bulbari.

1.° Riguardo al decorso delle *fibre longitudinali*, il cordone anteriore spinale (*f.214.a—T.X.*) giunto all'apice del bulbo si sposta in fuori ed indietro, rimanendo sepolto dal corpo olivare, e costituendo colla parte interna la parte anteriore del cordone intermedio; poscia così disposto il cordone anteriore ascende e termina nel corpo quadrigemello posteriore *c*, dando prima un fascetto *i* al peduncolo cerebrale, e quindi al cervello *o*.

Il cordone laterale spinale *m* giunto nel bulbo, presso l'apice diviene cordone intermedio e poscia si trifurca in un ramo posteriore *s* che va al cervelletto *r*, ed in due rami o fasci anteriori molto grandi *y z*, i quali presso la base del bulbo s'incrociano (decussazione sotto alle piramidi), divenendo i destri la piramide sinistra, ed i sinistri la piramide destra; i cordoni delle piramidi s'immettono direttamente nel ponte *x* e vanno nei peduncoli cerebrali.

Infine il cordone posteriore spinale, giunto nel bulbo diviene corpo restiforme, e questo poi va a costituire il peduncolo inferiore *n* del cervelletto, dando prima un fascetto *u* per il peduncolo cerebrale. Nel divaricamento dei due corpi restiformi, cioè nell' angolo inferiore del seno romboidale si nota il così detto *calamus scriptorius*.

2.° Il decorso delle *fibre trasversali* comprende la decussazione sotto alle piramidi, la commessura anteriore del bulbo, le fibre arciformi, che partono dalle piramidi e s'incurvano per sotto alle olive, ed infine le radici del nervo acustico che partono dal solco mediano del quarto ventricolo e si riuniscono sotto e dietro del corpo restiforme.

Digitized by Google

3.° La *sostanza grigia* del midollo allungato è tutta traversata da fascetti di tubulini nervosi (*formatio reticularis*), essa in gran parte è la continuazione della sostanza grigia spinale, la quale allo indietro rimane allo scoverto nel quarto ventricolo; alla sezione trasversale la sostanza grigia bulbare si presenta divisa per ciascun lato in tre porzioni, cioè nel corno anteriore, continuazione del corno anteriore spinale, nel corno intermedio, continuazione del corno accessorio del midollo cervicale, ed infine nel corno posteriore o sostanza grigia del corpo restiforme, continuazione del corno posteriore spinale. La sostanza grigia del 4.° ventricolo in un punto verso l'angolo inferiore presenta il così detto *locus coeruleus*, cioè un gruppo di grosse cellule ganglionari, ricche di pigmento bruno e ricoperte da un velamento bianco.

L'oliva, che è un corpo nuovo, intruso nelle parti del midollo spinale, presenta sostanza bianca allo esterno e sostanza grigia allo interno, la quale ultima appare in forma di una lamina pieghettata (*corpo dentato*), che rinchiude un nucleo bianco, e che risulta di nevrolgia con piccole cellule ganglionari giallastre con prolungamenti congiunti a cilindrassi.

4.° Infine riguardo alla *origine dei nervi bulbari*, bisogna riflettere come dal midollo allungato escono tutt'i nervi encefalici, meno il 1° ed il 2° paio (olfattorio ed ottico). Dal cordone anteriore che è di moto pigliano origine l'*ipoglosso*, l'*oculomotore*, il *trocleare* e l'*abducente*; dal cordone intermediario che è di natura mista emanano il *facciale*, la *radice motrice del trigemino*, l'*accessorio*, il *glosso-faringeo*, il *vago* e l'*acustico*; infine dal cordone posteriore che è di senso emana soltanto la grossa *radice sensitiva del trigemino*.

Fisiologia — Il *midollo allungato* è il centro nervoso più importante dell'organismo, giacchè appena leso, l'animale muore senza potere più respirare; questa importanza poi è maggiore nei mammiferi e negli uccelli, che nel resto dei vertebrali, i pesci seguitano a vivere anche leso profondamente il bulbo (1). Non tutto il midollo allungato tiene questa grande importanza per la respirazione, ma solo una sua parte, cioè il *nodo vitale*, allogato nel quarto ventricolo in due piccole regioni prossime al solco mediano e vicine all'angolo posteriore, aventi ciascuna appena $2^{mm},5$ di diametro; l'irritazione di questo centro provoca la *dispnea* od una esagerazione nella meccanica respiratoria, invece la sua distruzione (con un taglio trasversale almeno di 5^{mm}, per distruggere entrambi i centri nei due lati) apporta abolizione istantanea della respirazione. Questa influenza del bulbo sulla re-

(1) Secondo *Brown-Séquard* i cani e i gatti adulti dopo la distruzione del midollo allungato possono durare in vita circa 3 minuti primi, e i cani e i gatti neonati $41'$ a $46'$, i ricci in letargo 23 ore, i polli adulti $1'$ a $2'$, le piche neonate $19'$, le anguille 6 giorni, le lucertole 4 a 5 giorni, i colubri 6 a 7 giorni, le testuggini 9 a 10 giorni, i rospi 4 a 5 settimane, infine le rane e le salamandre più di 4 mesi.

Digitized by Google

spirazione viene esercitata mediante il n. vago, il quale conduce al bulbo lo stimolo del bisogno di respirare, destato dallo accumulo dell'ac. carbonico nel pulmoni; per un'azione riflessa (*che è importante quanto la vita*) questo stimolo passa nel midollo cervicale, e di qua ai nervi dei muscoli inspiratori, e così si stabilisce l'atto inspiratorio, col quale s'introduce l'ossigeno nei pulmoni.

Il bulbo è centro pure di certi altri movimenti riflessi, che hanno luogo negli stessi muscoli della respirazione, come la *tosse*, lo *starnuto* ec. Anche il *vomito* tiene il suo centro di riflesso nel midollo allungato, e lo stimolo vi sarebbe portato d'ordinario mediante il n. vago.

Il bulbo è il *centro vasomotore principale* e più importante della economia, giacchè tagliando da sotto in sopra in diversi punti il midollo spinale non si ottiene mai una iperemia tanto estesa ed intensa, come quando si mena il taglio proprio sotto il midollo allungato; l'irritazione invece del bulbo porta restrizione generale di tutte le arterie. Allorchè si pratica una lesione laterale nel bulbo, secondo *Schiff* i fenomeni di dilatazione vasale e di calore aumentato per la testa e per le estremità si producono nello stesso lato della lesione, mentre che al tronco ed alle spalle si producono nel lato opposto; sembra adunque che vi sia un'incrociamento dei nervi vasomotori, i quali si portano in queste ultime parti del corpo (*Wundt*). Oltre alla influenza vasomotrice, il midollo allungato esercita un'azione moderatrice sul cuore mediante il n. vago.

Il bulbo è *centro dei movimenti riflessi generali*; finchè lo stimolo centripeto rimane nel midollo spinale, i movimenti riflessi che ne conseguono sono sempre limitati, ma quando lo stimolo (sia per la sua carica, sia per l'aumentata trasmissibilità o conducibilità del midollo spinale) arriva fino al midollo allungato, allora i movimenti riflessi saranno generali, cominciando ben s'intende dai muscoli innervati dal midollo allungato, come il tetano dei muscoli della masticazione (*trismo*).

Per tal ragione si dice pure che il bulbo è *centro delle convulsioni epilettiformi*, giacchè le convulsioni che si manifestano, legando le a. carotidi e le a. intervertebrali, perdurano anche quando si sono estirpate le altre parti del cervello, purchè sia rimasto il bulbo in uno stato di anemia (lo stesso succede nell'agonia per profuse dell'emorragie) (1). Secondo *Schröder van der Kolk* l'epilessia avrebbe il suo centro appunto nel midollo allungato, tanto che egli avrebbe trovato questo centro, molto iperemico negl'individui morti durante l'accesso convulsivo. *Schiff* però osserva che la causa efficiente della epilessia non deve trovarsi necessariamente nel bulbo, in-

(1) Secondo *Schröder van der Kolk* ed altri l'iperemia intensa del bulbo determina ancora delle convulsioni analoghe a quelle per anemia. Quando poi la circolazione nel bulbo, in luogo di essere totalmente e rapidamente interrotta viene solo diminuita, nell'animale si stabilisce la debolezza e per fino la paralisi (*Wundt*).

vece è soltanto necessario che l'eccitazione morbosa debba percorrere e mettere in azione questo centro onde destare le convulsioni generali.

Il midollo, innervando la mucosa ed i muscoli della porzione d'ingestione del tubo digerente, riesce *centro* tanto dei movimenti per la *masticazione* che di quelli della *deglutizione;* secondo *Schröder van der Kolk* le olive sarebbero appunto i centri pel riflesso dei movimenti della deglutizione.

Il midollo allungato infine è centro importante per la produzione dello zucchero nel fegato (*glicogenia epatica*); irritando o meglio pungendo un punto speciale del quarto ventricolo (*f. 215. T. X. a*) si ottiene ben presto nell'animale il diabete insipido o poliuria, cioè urina molto abbondante, e ciò perchè si stabilisce nel rene una iperemia neuroparalitica, che accresce la filtrazione; invece pungendo nello stesso pavimento del quarto ventricolo il punto *o* sottostante al precedente, cioè fra le radici dei nervi acustici e quelle dei nervi vaghi, si stabilisce il così detto *diabete mellito*, e ciò per una stasi di sangue che succede nel fegato, per cui il sangue continuando a fornire al fegato molto fermento generante zucchero, muterebbe in glucosio gran copia di glicogeno, glucosio che versatosi nel sangue verrebbe poi ad uscire per la principale secrezione acquosa, qual'è quella dell'urina; ed infatti dopo circa un'ora nel coniglio così operato si può riscontrare lo zucchero nell'urina (1). L'azione del midollo allungato sul fegato si esercita non per mezzo del n. vago, ma per mezzo del gran simpatico (*Bernard, Schiff*), tanto che allacciando in una rana tutt'i rami del simpatico che vanno al fegato, non si può più produrre nell'animale, così preparato, il diabete mellito mediante la puntura del quarto ventricolo; diabete che si produce anche coi due n. vaghi recisi.

Un'altra secrezione trovasi sotto l'influenza del bulbo, cioè la secrezione salivare, il cui aumento per stimoli nel cavo orale si spiega per un riflesso appunto attraverso il midollo allungato.

I due corpi intrusi fra le parti del midollo spinale, cioè a dire le *olive*, avrebbero certe funzioni speciali; esse sarebbero centri delle mimica, cioè dei movimenti della faccia, e ciò perchè sono molto sviluppate nell'uomo e nei mammiferi con mimica esagerata (gatto); dippiù esse sarebbero centri coordinatori dei movimenti per la parola, essendosi trovate lese in molti casi d'impossibilità alla loquela.

Anatomia e fisiologia dei nervi bulbari—Questi nervi sono: l'*oculomotore*, il *trocleare*, l'*abducente*, l'*ipoglosso*, il *trigemino*, il *facciale*, il *glosso-faringeo*, il *vago*, e lo *spinale* (del n. *acustico*, appartenente al bulbo, e dei nervi *ottico* ed *olfattorio* si fa parola negli organi di senso).

Oculomotore-Trocleare-Abducente — Questi tre nervi sono esclusivamente

(1) Questo diabete mellito cessa non appena si estirpa il fegato (*Winogradoff*).

di moto e vanno ai muscoli motori dell'occhio; l'*oculomotore* innerva il muscolo elevatore della palpebra superiore, l'obbliquo inferiore, il retto superiore, l'interno e l'inferiore, e poi altri suoi rami si mettono prima in relazione col ganglio ciliare e poi vanno entro l'occhio ad animare il m. ciliare e lo sfintere dell'iride. Il *trocleare* va al muscolo obbliquo superiore, e l'*abducente* al muscolo retto esterno.

Irritati questi nervi si hanno movimenti in totalità nel bulbo oculare a seconda il nervo che si stimola; se poi si irrita l'oculomotore, oltre questi movimenti, si ha pure contrazione dell'anello ciliare e restringimento della pupilla (*miosi*). Recisi questi nervi, per l'azione prevalente dei muscoli integri, il globo oculare si presenta costantemente deviato dalla posizione normale (*strabismo*), così paralizzato l'abducente, l'occhio è volto in dentro, paralizzato l'oculomotore l'occhio è volto in fuori ec. Nella paralisi dell'oculomotore si ha pure *esoftalmia* o sporgenza dell'occhio per la paralisi di tre muscoli retti, caduta della palpebra superiore (*ptosi*), dilatazione della pupilla (*midriasi*), ed impossibilità all'accomodazione per la grande vicinanza.

Ipoglosso—Anima i muscoli motori della lingua ed i muscoli depressori ed elevatori dell'osso ioide e della laringe; quindi è nervo esclusivamente di moto. Irritato nel suo moncone periferico, desta convulsioni nella metà corrispondente della lingua, e reciso paralizza la stessa metà, producendo in pari tempo l'atrofia della stessa. La paralisi dell'ipoglosso nell'uomo porta seco la paralisi della lingua (*glossoplegia*), per la quale non solo si rende difficile la masticazione e la deglutizione, ma ancora l'individuo diviene scilinguato.

Trigemino—Si origina dal midollo allungato con due radici, una piccola di moto ed una grande di senso, la quale ultima riceve, via facendo, molte cellule ganglionari e forma il *ganglio del Gasser*, da cui si dipartono tre branche, cioè la prima ad oftalmica, la seconda o mascellare superiore, e la terza o mascellare inferiore. Queste tre branche colla loro porzione sensitiva innervano tutta la metà anteriore della testa del lato corrispondente, cioè le meningi, la pelle della fronte fino al sincipite, la radice e il dorso del naso, la congiuntiva e la palpebra superiore, la cornea e l'iride per la prima branca; la palpebra inferiore, la guancia, l'ala del naso, il labbro superiore la mucosa nasale respiratoria, i denti della mascella superiore ec. per la seconda branca; e la pelle del mento, i denti della mascella inferiore, il labbro inferiore, la pelle della regione auricolo-temporale e la mucosa orale e linguale per la terza branca. La *f. 216. T. X.* indica appunto la distribuzione esterna delle tre branche del trigemino; *a* è la distribuzione della prima branca, *b* della seconda branca e *c* della terza branca; la pelle della regione *o* è innervata dai nervi cervicali anteriori, e la regione *x* dai nervi cervicali

posteriori. Colla porzione motrice poi, che appartiene soltanto alla terza branca o mascellare inferiore, il trigemino o trifacciale anima i muscoli della masticazione, cioè il temporale, il massetere, i due pterigoidei, il ventre anteriore del digastrico, ed il milo-ioideo. La recisione del trigemino nel cranio apporta gravissimo dolore nell'animale, ma ben presto si stabilisce una anestesia in tutto il campo di distribuzione del trigemino, cioè nella pelle e nelle mucose della metà anteriore del capo nel lato corrispondente; dippiù la masticazione e la deglutizione sono profondamente disturbate.

Il trigemino è nervo secretore, cioè ha un'azione *diretta* sulle glandule lagrimale, sottozigomatica (del cane) e parotide, tanto che reciso ed irritato il suo moncone periferico, queste glandule dànno abbondante flusso di umore, anche dopo l'allacciatura dei vasi, e poi per la recisione del nervo si atrofizzano; ed ha un'azione *riflessa* sulle glandule sottomascellare e sottolinguale, cioè irritato il moncone centrale, esce da queste glandule molta saliva, come se nella bocca si trovassero sostanze sapide.

Il trigemino col suo ramo linguale, innervando la mucosa della metà anteriore della lingua riesce ivi uno squisitissimo nervo di tatto e probabilmente anche nervo gustativo (p. 236).

Il trigemino ha pure influenza sui movimenti dell'iride, però non si sa bene in che modo, giacchè mentre nei conigli la sua recisione dà restringimento della pupilla, nei cani e nelle cavie apporta invece dilatazione.

Infine il trigemino ha un'azione trofica sui tessuti che innerva, cioè la sua recisione apporta (d'ordinario nei conigli che sopravvivono) ulcerazione e perforazione della cornea, ulcerazioni sulla pelle e sulle mucose della testa, caducità dei peli, atrofia nella parotide e nei muscoli della masticazione, oltre poi alla deviazione del muso ed all'asimmetria delle arcate mascellari, che sono conseguenze naturali della paralisi unilaterale della masticazione; questa influenza trofica, secondo alcuni, sarebbe diretta (*Albini*), secondo altri invece sarebbe indiretta (*Snellen*), cioè che tali alterazioni terrebbero agli agenti nocivi che l'animale operato non può evitare, essendo le parti divenute insensibili, ovvero ai disturbi vasomotori e secretorii che si stabiliscono nelle stesse parti in seguito all'operazione.

Facciale — Questo nervo anima i muscoli sottocutanei del capo o del collo, i muscoli del padiglione, il m. stilo-ioideo, il ventre posteriore del digastrico, il m. orbicolare delle palpebre, i muscoli del naso, l'orbicolare delle labbra ed i suoi antagonisti; quindi innerva tutt'i muscoli della faccia, e per ciò dicesi nervo della *mimica*. La sua stimolazione apporta contratture in tutta la faccia corrispondente, laddove che la sua recisione, fatta sul tronco all'uscita dal forame stilo-mastoideo, cagiona la paralisi in tutta la metà della faccia corrispondente; la fronte non si può corrugare, le palpebre non si possono chiudere, la guancia non si può muovere in alcun modo e rimane invece pendente, mentre quella del lato opposto si ritira e

Digitized by Google

si corruga, non avendo i muscoli attivi che li ridistenda dopo la contrazione. Per la paralisi dell'orbicolare della bocca e dei suoi antagonisti, compreso il buccinatore, l'individuo non può più parlare bene, nè soffiare, nè bere, nè masticare senza inconveniente, cioè senza far cadere il bolo alimentare nella guancia. Nella paralisi del facciale per cagioni profonde si ha anche disturbo nell'audizione e nella deglutizione, giacchè viene paralizzato il muscolo della staffa e rese in pari tempo inattive le anastomosi col n. glosso-faringeo.

Il n. facciale oltre alle tante fibre di moto, contiene anche poche fibre di senso, giacchè irritandolo presso all'uscita dal cranio dà dolore; è notevole però come il dolore si desti per la stimolazione sia dal moncone centrale che del periferico, fatto che si è voluto spiegare per una pretesa sensibilità ricorrente, ma che in realtà tiene alle anastomosi sensitive che riceve il facciale dal trigemino e dallo pneumagastrico.

Il facciale ha una influenza *diretta* sulle glandule sottomascellare e sottolinguale, e ciò mediante la *corda del timpano*, la quale irritata nel suo moncone periferico provoca copioso sgorgo di saliva da queste glandule, ed intensa iperemia nelle stesse. L'influenza secretoria esercitata dal facciale sulla glandula sottomascellare mercè la corda del timpano pare si debba all'*intermediario del Wrisberg* (*Bernard*).

Negli animali infine con padiglioni e narici molto sviluppate il taglio del facciale apporta paralisi del padiglione (coniglio), e difficoltà nella respirazione (cavallo).

Glosso-faringeo — È un nervo misto; si origina dalla sostanza grigia del cordone laterale bulbare, e nel suo decorso presenta molte cellule ganglionari. Riguardo alla sua distribuzione questo nervo provvede di sensibilità la mucosa della tromba di Eustachio e della cassa del timpano, insieme al vago innerva la mucosa della faringe ed i muscoli costrittori superiore e medio della stessa, anima sia i muscoli che la mucosa del palato molle, e finalmente può considerarsi col suo ramo linguale come il vero e principale *nervo del gusto*, ramo che si va a distribuire alla mucosa della base della lingua, ove la sensibilità gustativa è più sviluppata (p. 236).

Reciso il nono paio, ed irritato il moncone periferico, si destano contrazioni nei muscoli che innerva, onde si restringe la faringe e si eleva il palato molle; irritato invece il moncone centrale, si hanno per via di riflesso movimenti di deglutizione, e si aumenta pure il flusso di saliva nella bocca.

Pneumagastrico-Spinale — Il nervo *pneumagastrico* o *vago* nasce dal cordone medio del midollo allungato, e proprio un po' sopra del gruppo di cellule nervose del quarto ventricolo, detto *nodo vitale;* lo *spinale* od *accessorio del Willis* invece nasce dal cordone laterale del midollo cervicale. En-

trambi sono nervi misti, però per via l'accessorio dà al vago gran parte delle fibre di moto che quest'ultimo possiede.

Il vago si divide, a seconda la sua distribuzione, in porzione cervicale, toracica ed addominale. La prima si anastomizza coll'ipoglosso, col facciale, col glosso-faringeo e col simpatico, provvede i muscoli e la mucosa della faringe; col ramo laringeo superiore anima tutta la mucosa laringea ed il m. crico tiroideo, ed infine dà molti rami cardiaci, che seguendo i grossi vasi si portano al cuore. La porzione toracica dà il ramo laringeo inferiore che va ad animare i muscoli della laringe (*nervo fonico*), emana molti nervi bronchiali che vanno sopratutto alla mucosa respiratoria, e rami esofagei, i quali provvedono la mucosa ed i muscoli dell'esofago. La porzione addominale infine si distribuisce allo stomaco, tanto alla mucosa che alla muscolare, e dà rami al plesso epatico, splenico e renale.

L'accessorio del Willis per una sua porzione si unisce al vago, onde fornirgli la maggior parte delle fibre per i nervi laringei e faringei, e per un'altra porzione va ad innervare il m. sterno-cleido-mastoideo ed il m. trapezio. Reciso il vago in entrambi i lati al collo, si ha paralisi nella laringe, nella faringe, nell'esofago ed in parte anche nello stomaco, come pure anestesia nelle stesse parti ed in tutta la mucosa respiratoria per la quale ultima anestesia l'animale non avvertendo più lo accumolo dell'ac. carbonico nel pulmone, la sua respirazione a poco a poco si rallenta e finalmente muore. Il nervo vago per ciò ha grande influenza nella respirazione, influenza che proviene dal midollo allungato, ritenuto in tal caso da alcuni come centro autonomico, e da altri come centro di riflesso; è certo per altro che irritando il vago al collo o in totalità, ovvero nel suo moncone centrale, la respirazione si esagera, diviene faticosa e profonda fino ad arrestarsi, se lo stimolo è forte, nella fase inspiratoria; irritando invece un ramo dal vago, cioè il laringeo superiore, ovvero il moncone centrale di quest'ultimo, la respirazione viene ostacolata, si rende superficiale e può anche arrestarsi nella fase espiratoria dopo ripetuti conati di espirazione, come nella tosse.

Il vago irritato nel suo moncone periferico modera i movimenti del cuore e può perfino arrestarlo in diastole; questa influenza moderatrice viene da quasi tutte le parti periferiche del corpo, giunge al midollo allungato, ivi si riflette, e mediante il vago si scarica sul cuore, onde qualunque impressione fatta alla periferia del corpo è capace di mutare il ritmo del cuore.

L'irritazione del moncone centrale del vago e precisamente di un rametto del laringeo superiore, detto nervo *depressore* (*Ludwig* e *Cyon*), apporta rilasciamento in tutte le arterie del corpo per diminuzione della tonicità delle loro tuniche, sostenuta dal midollo allungato.

Per l'apparecchio digerente il vago dà esso solo la motilità all'esofago, ed in parte la motilità alla faringe ed allo stomaco; onde reciso, la deglutizione è disturbata ed il cibo s'insacca nell'esofago sfiancato; esso provvede pure la mucosa del ventricolo, e per questo taluni lo dissero il nervo

della fame, non esercita alcuna influenza evidente sulla secrezione della mucosa dello stomaco.

La recisione di entrambi i vaghi cagiona, come si è detto, la morte dopo un tempo vario, sopratutto per i diversi animali, e ciò per i disturbi nella respirazione e nella circolazione, non che per una infiammazione estesa con una iperemia neuroparalitica, che si desta nel parenchima polmonare.

§ 3.° — *Cervelletto.*

Anatomia — Rappresenta un ponte trasversale sul quarto ventricolo; esso si congiunge al resto del sistema nervoso mediante tre paia di processi, quali sono: i processi superiori ai corpi quadrigemelli, i medii al ponte di Varolio, e gl'inferiori ai midollo allungato (corpi restiformi). Nel cervelletto si notano due emiferi con due vermi, superiore ed inferiore, le circonvoluzioni rettilinee, e poscia alla sezione di ciascun emisfero si nota il così detto *albero della vita* verso la periferia, e nel centro un nucleo bianco circondato da una lamina grigia pieghettata (*corpo frangiato*), la quale tiene la stessa struttura del corpo dentato dell' oliva. Mentre la sostanza bianca del cervelletto risulta a preferenza di tubulini amidollari, la sostanza grigia verticale si compone di due strati, uno *grigio* allo esterno formato da nevroglia (cioè connettivo spugnoso, sottilmente reticolato con cellule stellate e nuclei) e da piccole cellule nervose, ed allo interno uno strato *rugginoso* costituito da tubulini e da nuclei oscuri, frammisti ad un fitto reticolo vasale; fra l' uno e l' altro strato, e proprio al limite interno dello stato grigio, si notano le grosse cellule del *Purkinje* isolate, munite di un nucleo e con un grosso polo ramificato, che si dirige verso lo strato esterno (*f.138.T.V*).

Il cervelletto trovasi più sviluppato negli animali che sanno bene equilibrare il loro corpo; così è molto più grande nell' Orso che nel Cane, quantunque entrambi carnivori, nell' Uomo poi assume il massimo sviluppo.

Fisiologia — L' irritazione in generale della sostanza corticale del cervelletto non cagiona gridi, nè contrazioni nell'animale, però non si osserva quella completa indifferenza che si ha nell'asportazione del cervello; anche una ferita poco profonda nel cervelletto non cagiona disturbi notevoli, massime nei movimenti; invece una lesione profonda, una compressione, un tumore, l' asportazione del cervelletto determina nell' animale un disturbo caratteristico, cioè a dire la *perdita dell' equilibrio* (l' uomo con una lesione di simil fatta cammina come un'ubbriaco — *Flourens*); l' animale volendosi muovere, presenta grande incertezza nei movimenti, e spesso cade allo indietro, scivolando con i piedi allo innanzi (1). Sui galletti riesce a prefe-

(1) Anni sono fu portata nell'Istituto fisiologico di Napoli una gallina, che non po-

renza l'esperimento, essi coll'asportazione del cervelletto non si possono più *equilibrare (titubation cerebelleuse* dei Francesi) sulle loro gambe, alle volte dopo varii sforzi giungono a mantenersi un poco in piedi, ma tosto cadono ed in una maniera speciale, cioè o scivolano coi due piedi molto divaricati lateralmente tanto da toccare il terreno col petto, ovvero scivolano innanzi puntellandosi colle ali allo indietro e ripiegando l'occipite sul dorso, e questo fanno più volte finchè le ali trovano un'ostacolo che impedisce all'animale di seguitare a rinculare; vivendo questi animali per alquanto tempo con tale lesione finiscono per presentare degli storpii caratteristici nei piedi e massime nella disposizione delle dita.

Magendie ammetteva nello encefalo due centri uno della *progressione* nel cervelletto, ed un'altro delle *regressione* nei corpi striati, onde spiegava la caduta allo indietro ed il rinculare dopo l'asportazione del cervelletto per la funzione prevalente dei corpi striati rimasti integri; come pure spiegava la progressione allo innanzi degli animali con lesione nei corpi striati, per la prevalenza d'azione del cervelletto rimasto integro; Egli si esprime nel seguente modo:

« Alcuni piccioni, ai quali aveva introdotto uno spillo nel *cervelletto*, hanno retroceduto nel camminare per più di un mese, e l anche volato indietro; questa esperienza mostra da sè stessa, che nel cervelletto esista una *forza d'impulsione*, la quale tende a far camminare in avanti gli animali ». E poi: « Se si estraggono dal cranio i *corpi striati*, subito l'animale si slancia in avanti; e corre con rapidità; se si arresta, conserva l'attitudine della fuga; si direbbe che l'animale è spinto in avanti da una potenza interna, a cui non può resistere ».

Le profonde lesioni del cervelletto dànno facile tendenza al vomito, probabilmente per l'irritazione che si propaga al centro del nervo vago nel midollo allungato sottostante. Il cervelletto è centro dei movimenti per la copula, e delle affezioni voluttuose?—Pare di no, giacchè gli animali castrati fin dalla nascita hanno il cervelletto grande quanto quello degl'interi, e se gli animali col cervelletto profondamente leso non rispondono all'istinto venereo, non è perchè non vogliono, ma perchè non possono, stante la

teva eseguire movimenti coordinati, che non poteva equilibrarsi, e che cadeva spesso indietro; *Albini* fece diagnosi di lesione al cervelletto, ed in fatti la sezione riscontrò la scatola cranica molto spessa e compatta, le meningi ispessite, ed un piccolo tumoretto che partendo dalla dura madre premeva da dietro in avanti sul bel mezzo del cervelletto.

Nel 1869 fu ricevuto nella 1.ª Clinica medica di Napoli un giovinetto di 14 anni, che soffriva cefalea fronto-sincipitale, con vomito, cecità completa, e con tale disordinazione ed incertezza nei movimenti, che appena messo in piedi cadeva al primo passo, non potendosi affatto equilibrare; la diagnosi fatta da *Tommasi*, e confermata poscia dall'autossia, si fu di tumore (mixoma) al cervelletto (V. *Il Morgagni* — 1869 Disp. XII).

mancanza nella coordinazione dei movimenti, onde i galli col cervelletto asportato messi vicino alle galline si agitano, cercano di far loro la corte, come al solito, fanno evidenti sforzi, per reggersi bene sulle gambe, ma tutto riesce infruttuoso, mancando loro la equilibrazione.

La lesione profonda dei processi o peduncoli *medii* del cervelletto, cioè dei più grandi che vanno al ponte di Varolio, fatta in un solo lato, determina nell' animale (coniglio, e sopratutto rana, serpente) una tendenza a girare o rotare sull' asse principale del corpo (*roulement*); la rotazione si fa dalla parte ove il peduncolo è tagliato, e talora con una rapidità tale che l' animale fa più di 60 rivoluzioni in un minuto (*Magendie*) (1). Un tal fatto si è spiegato da *Schiff* ammettendo la paralisi dei muscoli rotatori della colonna vertebrale di un solo lato, onde anche a riposo questi animali presentano la colonna contorta a spira, e la spirale diviene più forte semprechè l' animale vuole muoversi, e diviene invece minore quando l' animale sta fermo; se poi si eterizza profondamente l' animale, cessa questa posizione spirale dell' asse vertebrale, il quale si mantiene per molto tempo in linea retta (2).

§ 4.° — *Mesocefalo e Cervello.*

Il *ponte* di Varolio, i *peduncoli cerebrali* ed i *corpi quadrigemelli* costituiscono in complesso il *mesocefalo;* gli *emisferi cerebrali* poi assieme alla loro *commessura* ed ai grossi *ganglii* costituiscono il *cervello.*

Anatomia — I peduncoli cerebrali contengono le fibre del midollo spinale passate per il ponte ed incrociate.

Ogni peduncolo per una lamina di sostanza grigia viene diviso in due porzioni, una superiore detta *tegmento*, ed una inferiore detta *base;* il tegmento contiene a preferenza fibre di senso, e si dirige allo esterno nel talamo ottico, laddove che la base più grossa contiene a preferenza fibre di moto e va nel corpo striato corrispondente. Queste fibre, tanto del tegmento che della base, traversati i ganglii cerebrali, s' irradiano nella sostanza bianca degli emisferi, dirigendosi alla sostanza grigia corticale degli stessi; però prima di raggiungerla s' incontrano e s' incrociano colle fibre trasversali del cervello, appartenenti sia al *corpo calloso* (gran commessura

(1) *Schiff* cita molti casi clinici di lesioni nel peduncolo medio del cervelletto, fra i quali il più antico osservato da *Stoll* nel passato secolo, viene descritto da questo autore colle seguenti precise parole: *continua in lectu volutatio noctuque praecipue.*

(2) La recisione del processo del cervelletto al ponte apporta pure strabismo inferiore interno nell'occhio del lato operato, e strabismo superiore esterno nell' occhio del lato opposto (*Schiff*).

cerebrale), che alle due piccole commessure bianche del terzo ventricolo ed ai pilastri della volta.

Il ponte risulta a preferenza di *fibre trasversali* che sono la continuazione dei processi medii del cervelletto, di *fibre longitudinali* incrociate colle prime, che sono continuazione dei cordoni delle piramidi, fibre che anche lungo il ponte si vanno decussando; e finalmente di sostanza grigia disposta a strati, la quale fornisce al ponte molte fibre trasversali.

I ganglii del mesocefalo, cioè i corpi quadrigemelli, risultano di sostanza bianca allo esterno, la quale proviene tanto dai cordoni anteriori spinali, che dai processi superiori del cervelletto; allo interno poi hanno sostanza grigia, ed al di sotto presentano un canaletto che mette in comunicazione il 3.° col 4.° ventricolo (*acquedotto di Silvio*).

Dei due ganglii del cervello il talamo ottico trovasi indietro ed il corpo striato allo innanzi; il primo col compagno rinchiude il terzo ventricolo, ed è fatto di sostanza bianca allo esterno e di sostanza grigia allo interno; il secondo poi è costituito tutto da sostanza grigia, alternata allo interno da strati di sostanza bianca. Mentre il cervelletto riceve i cordoni posteriori spinali (corpi restiformi), i corpi quadrigemelli ricevono i cordoni anteriori spinali, od olivari del midollo allungato, ed il cervello nei suoi due ganglii riceve a preferenza i grossi cordoni laterali spinali, od intermediarii del midollo allungato, che divengono poi cordoni delle piramidi e che sono di natura mista.

La sostanza corticale degli emisferi cerebrali si compone di tre strati, uno *bianco* allo esterno, che consta di piccoli tubulini intrecciati e di nevroglia, uno medio *grigio* fatto di molte cellule multipolari od unipolari con nevroglia, ed infine uno interno *rosso-giallastro* contenente poche cellule, molti tubulini ed un fitto reticolo vasale.

Il cervello presenta una epifisi ed una ipofisi, cioè la *glandula pineale* e la *glandula pituitaria;* la prima contiene delle cellule nervose multipolari, delle cellule rotonde senza prolungamenti, e dei tubulini sottili, di più vi si rinvengono delle piccole concrezioni calcaree globose (*acervulus cerebri*), fatte da strati concentrici irregolari, e che sono grandi da $0^{mm},012$ a $0^{mm},4$; la glandula pituitaria invece per la porzione anteriore presenta la struttura di una glandula sanguigna, e per la porzione posteriore più piccola risulta di connettivo e tubulini nervosi.

Infine dal cervello partono le due prime paia di nervi encefalici, cioè l'*olfattorio* e l'*ottico*; il primo rappresenta un vero prolungamento della sostanza cerebrale degli emisferi, da cui sorge con due radici, una bianca divisa in due porzioni, ed una grigia, le quali radici costituiscono per ciascun lato una clava, che in molti animali contiene perfino una cavità, tapezzata da epitelio vibratile e comunicante col ventricolo laterale rispettivo del cervello; il nervo ottico invece nasce dal cervello con due radici, l'una anteriore che appartiene al talamo ottico, e l'altra posteriore che proviene dalla regione dei corpi quadrigemelli.

Tutta la massa encefalica si alloga nella cavità del cranio; essa è rivestita direttamente dalla *pia madre*, mentrechè la faccia interna del cranio è rivestita dalla *dura madre*, che le fa da periostio; fra queste due meningi trovasi l'*aracnoide*, cioè una sierosa, di cui mentre il foglietto parietale aderisce alla dura madre, il foglietto viscerale riveste l'encefalo, senza internarsi nelle anfrattuosità o solchi di quest' ultimo, come fra la pia madre, ma passandovi sopra come un ponte, e lasciando per conseguenza al di sotto (cioè fra essa e la pia madre) degli spazii, detti *spazii sottoaracnoideali;* questi spazii sono tutti comunicanti fra loro, e comunicano pure coll' ampio spazio sottoaracnoideale spinale e coi ventricoli cerebrali, non che col canale centrale del midollo spinale; essi contengono un liquido detto cerebro-spinale o cefalo-rachidiano, risultante di acqua 98.564, albumina 0.088, osmazoma 0.474, cloruri di sodio e potassio 0.801, materia animale e fosfato di calce libero 0.036, carbonato di soda e fosfato di calce 0.017 (*Lassaigne*). Questo liquido è un mezzo di protezione dell'asse cerebro-spinale, giacchè la sua pressione è alternativa nel cranio e nella teca vertebrale ed è in perfetto equilibrio colla pressione del sangue nella stessa cavità, per modo che nell'uomo adulto aumentando la pressione del sangue nel cranio durante la sistole e la espirazione, una parte del siero cerebro-spinale rifluisce nella teca vertebrale, e viceversa nella diastole e nella espirazione; se poi si ha che fare con un bambino colle fontanelle ancora molli, ovvero con un animale nel quale colla trapanazione si è asportato un pezzo dell' osso parietale, rimanendo integra la dura meninge, in tal caso la massa encefalica per la mancanza di resistenza pulsa, e si solleva durante la sistole e durante la espirazione. Facendo scolare per un'apertura in un'animale vivo il liquido cefalo-rachidiano, il sangue, non avendo alcun ostacolo fuori dei vasi, facilmente ne esce e dà luogo ad emorragie nel cervello e nel midollo (*Bernard*), onde l'animale dopo l'uscita del siero rimane assopito e paralizzato.

Fisiologia — Il *mesocefalo* rappresenta una *via incrociata di conducibilità* fra la periferia del corpo ed il cervello e viceversa, non che un *centro coordinatore* delle azioni che l'attraversano; la prima funzione la deve sopratutto al sistema di tubulini longitudinali, invece la seconda al sistema di elementi cellulari. Il *ponte* ed i *peduncoli cerebrali*, contenendo le fibre di moto e di senso che vengono dal midollo spinale, avviene che sotto la stimolazione diretta queste parti del mesocefalo dànno contrazioni e dolori; la distruzione invece di un peduncolo o di una metà del ponte apporta una paralisi estesa in tutta la metà del corpo del lato opposto (*emiplegia*). Spesso in questa paralisi si nota che il n. facciale è paralizzato in un lato, e i nervi del corpo dall' altro lato (*emiplegia incrociata*); ciò si spiega pel fatto che le fibre del facciale s'incrociano nel ponte molto innanzi, e quindi mentre una lesione laterale del ponte distrugge la continuazione dei nervi della metà

Digitized by Google

opposta del corpo, la stessa lesione distrugge i tubulini del nervo facciale del medesimo lato.

I *corpi quadrigemelli*, o lobi ottici degli uccelli (in questi animali si praticano le esperienze, appunto perchè li hanno molto sviluppati e sporgenti), irritati alla loro superficie non dánno alcun fenomeno di rilievo, invece irritati profondamente dánno dolori (dubbii) e contratture. Questi centri rappresentano stazioni di passaggio delle fibre dei n. ottici che vengono dal chiasma e che vanno ai talami ottici, perciò asportato un lobo ottico in un uccello, questo diviene cieco nell'occhio del lato opposto alla lesione (stante la decussazione parziale delle fibre nel chiasma); ond'è che l'animale inseguito, per volgere sempre allo innanzi l'occhio sano, *gira in maneggio*. La distruzione di un'occhio produce, dopo poche settimane, l'atrofia del lobo ottico del lato opposto, e del n. ottico corrispondente.

I lobi ottici, o corpi quadrigemelli, sono pure centri dei movimenti riflessi dell'iride (1), la cui pupilla, come si sa, si restringe per la forte luce e si allarga per la luce fioca o per l'oscurità; quest'azione riflessa per alcuni apparterrebbe all'iride dello stesso lato, e per altri all'iride del lato opposto, è certo però che l'irritazione del lobo ottico ad es. di sinistra desta contrazione nell'iride tanto di sinistra che di destra, ma prevalentemente di destra.

I *corpi striati* sono molto eccitabili, giacchè l'animale rimane impassibile nel taglio degli emisferi, ma viene preso da convulsioni non appena si toccano i corpi striati. Gli animali con i corpi striati lesi o distrutti hanno tendenza a fuggire allo innanzi, ciò che ha luogo sia per la paura che per la cecità, la quale spesso si stabilisce per essersi la lesione estesa fino ai nervi ottici sottostanti. *Magendie* ammettendo il centro della progressione nel cervelletto, ed il centro della regressione nei corpi striati, faceva dipendere in tal caso la tendenza a correre allo innanzi dalla prevalenza d'azione del cervelletto. Un'altra opinione di *Saucerotte* si era, che mentre i talami ottici presiedevano alla motilità degli arti toracici, i corpi striati avevano influenza sulla motilità degli arti addominali; però tutti gli sperimentatori convengono oggidì che lesi od asportati i corpi striati si ha paresi o paralisi egualmente in tutti gli arti, senza prevalenza in alcun paio di essi.

I *talami ottici* stimolati o lesi si presentano poco eccitabili e poco sensibili; una lesione praticata nel terzo posteriore del talamo ottico, ovvero nel sottostante peduncolo cerebrale, determina nell'animale un movimento in maneggio dal lato leso al lato sano; invece se la lesione si pratica nella parte anteriore del talamo, il movimento circolare si effettua dal lato operato verso il lato sano (*Schiff*). Peraltro le esperienze che si sogliono praticare sui talami ottici sono difficili, poco precise e dánno spesso risultati incerti. Oggidì si ritengono i corpi striati come i ganglii cerebrali di moto,

(1) Nei mammiferi i corpi quadrigemelli anteriori si riferiscono alla visione, ed i posteriori ai movimenti del bulbo oculare (*Schiff*).

ed i talami ottici a preferenza come i ganglii cerebrali di senso. I talami ottici lesi non producono alcun disturbo nella visione, come la lesione dei corpi striati non cagiona alcun disturbo nella olfazione (*Kiüs*).

Il *cervello*, cioè la parte alta degli emisferi, che sovrasta i grossi ganglii, è destinato: 1° a condurre le azioni centripete alla coscienza (*sentimento*); 2° a condurre dalla volontà alla periferia le azioni centrifughe (*volizione*); 3° a coordinare e mettere in riscontro fra loro queste due azioni, coordinamento necessario per il concepimento delle idee (*intelligenza*); e 4° infine sotto certe influenze particolari desta nell'individuo idee già una volta concepite (*memoria*). Gli emisferi cerebrali sono, come si dice, la sede delle *facoltà psichiche*, od almeno rappresentano il substrato organico per l'azione o per la relazione di queste facoltà coll'organismo; ciò viene dimostrato dal fatto che lo sviluppo delle facoltà psichiche è d'ordinario in ragione diretta dello sviluppo degli emisferi cerebrali, e si dimostra non solo 1.° colla misura del grado d'intelligenza nell'uomo e negli animali, ma ancora 2.° coi fatti clinici e 3.° colle esperienze fisiologiche (tra gl'invertebrati però, che sono sforniti di emisferi cerebrali, se ne trovano molti, che presentano una intelligenza maggiore di molti vertebrati).

1.° La *misura del grado d'intelligenza* può farsi con sei metodi:

α — L'*angolo facciale di Camper*, formato da due linee, una che tocca la glabella e la spina nasale anteriore inferiore, e un'altra che passa per quest'ultimo punto e per il forame auditivo esterno; per quanto più quest'angolo si avvicina al retto, per altrettanto la razza umana o l'animale è più intelligente; così si è visto che nella razza caucasica è in media di 80°, nella mongolla di 75° e nella etiopica di 70°; di circa 50° poi nelle scimie antropomorfe, di 40° nel gatto e nel cane, di 23° nella capra, di 20° nel bue e di 14° nel cavallo; come si vede da questi dati il cavallo sarebbe molto meno intelligente della pecora, lo che di fatti non è; onde questo metodo qualche volta mena ad errori, i quali sono causati sopratutto dal diverso sviluppo dei seni frontali nei mammiferi.

β — Rapporto fra l'*aia cranica* e l'*aia facciale* nella sezione antero-posteriore e verticale della testa; per quanto più estesa è la prima relativamente alla seconda, per altrettanto l'individuo è più intelligente.

γ — Posizione del *forame occipitale*, il quale si trova tanto più indietro per quanto l'individuo o l'animale è meno intelligente.

δ — Numero e complicatezza delle circonvoluzioni cerebrali, ma su ciò l'anatomia comparata presenta osservazioni in contrario.

ε — Rapporto fra il volume degli emisferi cerebrali e quello dei corpi quadrigemelli (*Müller*), per quanto più crescono in proporzione i corpi quadrigemelli per altrettanto l'animale è meno intelligente.

ζ — Infine il rapporto fra l'estensione della superficie degli emisferi e l'estensione della sezione complessiva di tutt'i nervi cranici, compreso il midollo spinale (*Albini*); per quanto più la seconda cresce di estensio-

ne relativamente alla prima, per altrettanto l'animale sarà meno intelligente.

Anche i *fatti clinici* tendono a dimostrare che lo sviluppo e l'integrità degli emisferi cerebrali è in relazione collo sviluppo ed integrità delle funzioni psichiche; infatti i microcefali sono d'ordinario imbecilli; le malattie mentali spesso tengono ad alterazioni degli emisferi cerebrali; le malattie del cervello (tumori, infiammazioni, degenerazioni) apportano d'ordinario sonnolenza, stupidità, smemoratagine ec. Infine i traumi al capo, che ledono profondamente gli emisferi dànno coma, insensibilità, sbalordagine ec.

3.° Le *esperienze fisiologiche* infine che si praticano sugli animali cercano anch'esse di dimostrare il nesso fra le attività psichiche e gli emisferi cerebrali. Gli uccelli resistono bene all'asportazione degli emisferi cerebrali; nell'operazione l'animale si presenta indifferente, e diviene tanto più stupido per quanto più massa cerebrale si asporta; dopo tolti i due emisferi, rimane come un'automa, che non sa far niente, una gallina adulta viene ricondotta allo stato di un pulcino, bisogna imbeccarle i grani, altrimenti non mangia, poco si muove, ed avverte poco le impressioni esterne, come la luce, i suoni, le punture (1) ec. « Gli uccelli, gli anfibii ed anche i mammiferi possono, dopo l'ablazione degli emisferi cerebrali, restare lungo tempo in vita, senza alcuna alterazione nelle funzioni vegetative; la pupilla si restringe ancora in presenza della luce, e le impressioni gustative determinano ancora dei movimenti mimici, gli animali gridano o cercano di scappare quando si irrita la loro pelle, ma non eseguono mai il minimo movimento spontaneo; secondo *Flourens*, essi hanno egualmente delle alternative di veglia e di sonno » (*Wundt*). Allorchè si asporta un solo emisfero e l'animale raggiunge la guarigione, non presenta disturbi positivi nella sua intelligenza; lo stesso si è osservato nell'uomo, il quale per traumi ha potuto perdere un'intero emisfero, senza però perdere in pari tempo la intelligenza, soltanto ha mostrato una facile stanchezza per il lavoro intellettivo. Nei casi di alterazione patologica del lobo frontale degli emisferi, e quasi sempre del *lobo frontale sinistro*, si constata una paralisi più o meno completa della parola (*afasia*), e qualche volta una perdita della facoltà, di scrivere (*agrafia*), isolata o combinata all'afasia; ma sempre la motilità rimane intatta, e spesso l'intelligenza è inalterata (*Wundt*).

Il *corpo calloso*, che per gli antichi era la sede dell'anima, rappresenta un mezzo di unione e di coordinazione per l'armonia delle funzioni dei due emisferi.

Tutto quanto si è detto riguarda le funzioni della economia vivente ac-

(1) Mi ricordo aver sezionato nell'Istituto fisiologico di Napoli una gallina che da varii mesi aveva subito l'ablazione degli emisferi cerebrali; ciò che mi sorprese si fu un'*adipósi generale*, la pelle ed i muscoli sopratutto erano imbottiti di adipe, ciò che era spiegabile per la inerzia in cui era rimasto l'animale, e per la buona alimentazione.

cessibili all'esperienza; ora si domanda: 1° le impressioni portate agli emisferi vengono avvertite dagli emisferi stessi, ovvero dalla *coscienza?*—2° gli eccitamenti che emanano dagli emisferi provengono da questi o dalla *volontà?*—3° il rapporto fra le azioni centripete e le centrifughe, cioè il concepimento delle idee, si fa dagli emisferi, ovvero dalla *intelligenza?*—4° infine il ridestamento delle idee antiche ha luogo negli emisferi, ovvero nella *memoria?*

A tutte queste dimande non si può rispondere per ora dalla Fisiologia sperimentale, alla quale rimane sempre il dubbio se le attività psichiche siono funzioni delle cellule degli emisferi, ovvero di una *psiche*, che si trova in rapporto con gli emisferi stessi. La *Psicologia* risponde adeguatamente a questo quesito.

Conchiudendo sulla fisiologia dell'encefalo per ciò che riguarda la sperimentazione fisiologica, bisogna dire che sono parti *ineccitabili* ed *insensibili* i grandi emisferi, il corpo calloso, i talami ottici alla superficie e gli emisferi cerebellari. Sono invece *eccitabili* i corpi quadrigemelli e i corpi striati nella loro profondità. E finalmente sono *sensibili* le parti profonde dei talami ottici, tutte le gambe del cervelletto, massime quelle al bulbo, il ponte, ed i peduncoli del cervello.

Veglia e *Sonno*—Le funzioni degli organi centrali nervosi superiori vanno soggette ad una intermittenza, in cui il periodo di attività dicesi *veglia*, ed il periodo di pausa *sonno*. Il *sonno* adunque è un riposo periodico delle attività animali e psichiche, e non delle vegetative; esso si stabilisce per varie circostanze, quali la stanchezza, il silenzio, la pacatezza dello spirito, il tempo della digestione, l'azione di certi alimenti e sostanze medicamentose (*narcotici*) ec. Negli animali ibernanti poi il *letargo* o sonno invernale si stabilisce per l'abbassamento di temperatura del corpo. Secondo molti fisiologi la causa del sonno sarebbe un'anemia del cervello e dei suoi involucri (*Durham*); per altri invece sarebbe una iperemia.

Le funzioni vegetative nel sonno si continuano, ma sono leggermente indebolite o rallentate, massime la circolazione e la respirazione. Le funzioni animali tacciono, e solo si nota una esagerazione nei movimenti riflessi, i quali succedono talvolta a stimoli non avvertiti dall'individuo dormiente.

Le attività psichiche nel sonno sono in riposo, ma talvolta per circostanze interne od esterne possono entrare in un gioco disordinato, e dare così origine ai *sogni*, massime presso al ridestamento.

Il sonno può essere profondo e leggiero ciò che si riconosce dalla diversa intensità del rumore, necessario per far ridestare un'individuo; in principio, cioè dopo circa un'ora il sonno presenta la massima profondità poi a poco a poco questa profondità diminuisce, e finalmente il sonno rimano costantemente leggiero per alquante ore prima del ridestamento (*Kohlschütter*).

§ 5.° — *Gran simpatico — Rapporto delle funzioni vegetative coll' apparecchio nervoso.*

Il *gran simpatico* è costituito da una catena ganglionare duplice, di forma semiellittica, colla base cioè aperta sotto del cranio e coll' apice al coccige; questi ganglii trovansi allo innanzi della colonna vertebrale, e si possono distinguere in quattro porzioni: cervicale, toracica, lombare e sacrale. Oltre a questi ganglii principali del simpatico se ne trovano altri sia sul decorso dei nervi cranici (ganglio sottomascellare, ottico, sfeno-palatino, ciliare ec.), sia sparsi negli organi splancnici, come nel cuore, nel pulmone, nell'intestino ec:. I ganglii del simpatico sono in relazione coll'asse cerebro-spinale mediante i *rami comunicanti,* i quali sono costituiti di fibre centripete e centrifughe, che entrano nei ganglii, mettendosi in relazione colle cellule ganglionari, le quali (più piccole di quelle dei ganglii intervertebrali) possono essere apolari (?), unipolari, bipolari, e poche multipolari (fornite di 3 a 12 prolungamenti — *Remak* (*f. 140. T. V.*); da queste cellule poi emanano tubulini speciali, fra cui molte fibre *grige del Remak,* che riunite ai tubuli midollari dei rami comunicanti, vanno a costituire i così detti *plessi* del gran simpatico attorno a ciascun organo splancnico del collo, del torace, e dell' addome. Questi plessi sono compagni indivisibili dei vasi arteriosi, i loro rami centrifughi vanno ai muscoli a fibre lisce, ed i rami centripeti si distribuiscono per la massima parte alle membrane mucose, presentando spesso nella loro distribuzione periferica molte cellule ganglionari come nel cuore, nell' intestino, nei pulmoni ec.

Riguardo alla *fisiologia* del gran simpatico, questo sistema dà alle mucose ed agli organi splancnici una *sensibilità ottusa,* cioè une sensibilità che non fa avvertire all' individuo gli stimoli normali (alimenti, aria, liquidi di secrezione), ma che fa avvertire soltanto gli stimoli abnormi in forma di dolori ottusi e poco precisi, si tratta per ciò di una sensibilità generale; inoltre il simpatico coi suoi rami centrifughi dà alle fibre muscolari lisce una *motilità automatica*, cioè una motilità che non entra mai in gioco per attività volitiva, ma che si desta sempre per azioni di riflesso, il cui stimolo non arriva a conoscenza dell' individuo; la contrazione di questi muscoli avviene lentamente e lentamente scompare, e ciò a differenza della contrazione dei muscoli striati. I ganglii del simpatico adunque rappresentano dei mezzi per opporre una certa resistenza alla trasmissione delle azioni tanto centripete che centrifughe, per cui queste azioni in luogo di istantanee ed intense, riescono durature e deboli.

I ganglii del gran simpatico, oltre ad essere mezzi di conduzione fra gli organi splancnici e l' asse cerebro-spinale, sono benanche *centri a sè*, e massime di azioni riflesse? — Sì, è ciò per le seguenti ragioni. Isolato il ganglio sottomascellare da tutti i nervi che vi arrivano, e rimastivi soltanto

i nervi che se ne dipartono, di questi l'irritazione dei centripeti apporta aumento nel flusso della saliva della glandula sottomascellare, e ciò per riflesso nello stesso ganglio. Il cuore estirpato dal torace di un'animale vivo continua a battere per l'unica influenza dei ganglietti intrinseci. Distrutto interamente il midollo spinale, lo stimolo sulla mucosa intestinale è seguito da movimenti peristaltici nell'intestino, ciò che avviene per riflesso nei ganglii del simpatico. Separato l'intestino dal corpo, lo stimolo sulla mucosa è seguito del pari da movimento peristaltico, ciò che ha luogo per riflesso nelle cellule del simpatico, esistenti fra le tuniche dell'intestino. Col simpatico decorrono molti nervi trofici e molti nervi vasomotori.

Rapporto delle funzioni vegetative coll'apparecchio nervoso — Le principali funzioni vegetative sono sei, cioè *alimentazione, digestione, assorbimento, circolazione, respirazione* e *secrezione;* di queste soltanto l'alimentazione e l'assorbimento non presentano rapporti positivi col sistema nervoso.

La *digestione* in ogni suo atto meccanico o chimico è in relazione col sistema nervoso; la masticazione è in rapporto col trigemino, col facciale e e coll'ipoglosso, i quali nervi hanno un centro nel midollo allungato ed animano i muscoli principali ed accessorii della masticazione. La deglutizione è in relazione col facciale, col trigemino, coll'ipoglosso, col glossofaringeo e col vago, relazione di senso, di moto e riflessa; il centro di questa funzione trovasi del pari nel midollo allungato.

La sensibilità dello stomaco si deve al n. vago, e la sua motilità al vago ed al simpatico (l'esofago deve la sua motilità interamente al vago), perciò si ammise che il vago sentiva lo stato di vacuità (*fame*) e di pienezza (*sazietà*) del ventricolo; a tale uopo si è reciso più volte il vago negli animali, affinchè questi non presentassero più i fenomeni della fame, ma per tale recisione si stabiliscono negli animali tali disturbi positivi, che mentre alcuni cadono in abbandono e non vogliono più mangiare, altri presi da rabbia ingoiano quanto più di alimento possono, e questo per la paralisi dell'esofago vi s'insacca dentro e non scende nel ventricolo. Stando quindi il dubbio sui nervi della fame, bisogna dire che questa sia prevalentemente l'espressione del bisogno di tutta la economia, come la fame di ossigeno ec:, ed in minima parte una sensazione localizzata nello stomaco. Per la sete invece pare che i nervi i quali avvertono lo stato di concentrazione del sangue, sieno appunto quelli sensitivi delle fauci (glosso-faringeo e vago).

La sensibilità dello stomaco e delle fauci è pure d'ordinario il punto di partenza di un'azione riflessa importante, qual'è il *vomito*, in cui lo stimolo giunto nel midollo allungato per via dei n. vaghi, si scarica attraverso il midollo spinale sui nervi tanto dei muscoli involontarii dello stomaco che dei muscoli volontarii delle pareti addominali, massime del diaframma

toracico, per cui il contenuto dello stomaco compresso rigurgita per la bocca.

La secrezione dello stomaco è indipendente dal sistema nervoso, potendosi ricavare succo gastrico eccellente su di un'animale ucciso.

Il movimento peristaltico dell' intestino viene influenzato dai rami del simpatico direttamente, ed indirettamente dal midollo spinale, i quali nervi stimolati riescono acceleratori del movimento peristaltico; però vi sono dei nervi la cui stimolazione rallenta o modera tale movimento, e questi sono appunto i rami splancnici del simpatico.

La defecazione è in rapporto col sistema nervoso, tanto col simpatico (borsa fecale, e sfintere organico), quanto col midollo spinale (sfintere animale, elevatori dell' ano, muscoli addominali); lo sfintere anale esterno allorchè la borsa fecale è vuota, chiude l'ano per propria elasticità e per il turacciolo di mucosa aggrovigliata che comprende, allorchè poi la borsa è piena, la chiusura dell'ano ha luogo per contrazione riflessa dello sfintere, e così rimane esclusa la tonicità muscolare ammessa dagli antichi per lo sfintere anale.

La *circolazione* è in grande rapporto con il sistema nervoso, tanto vegetativo che animale. Il cuore ha nervi da due sorgenti, dal simpatico e dal vago; il primo irritato accelera il movimento del cuore, ed il secondo irritato fortemente nel moncone periferico rallenta il movimento del cuore sino a farlo arrestare rilasciato o in diastole (il vago riceverebbe le fibre moderatrici dallo spinale — *Schiff*), e lo stesso si ha irritando il midollo allungato, in cui l'ac. carbonico del sangue sarebbe lo stimolo normale per la moderazione (*Traube*); quindi il vago è nervo moderatore del cuore o *paralizzante* del cuore (*Weber, Budge*); e per ciò la sua recisione aumenta subito la frequenza del cuore (1).

Il cuore tiene inoltre centri proprii, consistenti in piccoli ganglietti o piccoli centri di riflesso, allogati nel setto fra gli atrii ed in prossimità degli ostii atrio-ventricolari, e riuniti in tre gruppi ben noti, cioè il *ganglio di Remak* allo sbocco della v. cava inferiore, il *ganglio di Bidder* allogato fra l'atrio ed il ventricolo sinistro, ed il *ganglio di Ludwig* situato nel setto interauricolare (*Küss*); lo stimolo centripeto normale per questi ganglietti sarebbe operato dal contatto del sangue sull' endocardio, ovvero dal sangue ossigenato (2) dei capillari cardiaci sui nervi sensibili dello stesso, e poi

(1) Vi sono delle sostanze che introdotte nel sangue del pari rallentano la sistole cardiaca, massime i sali di potassa e la bile. Molte impressioni sensitive violente operano nello stesso modo, così *Goltz* ha fermato il cuore della rana percuotendone l'addome.

(2) Un cuore di rana nell' ossigeno puro può battere fino a 12 ore, nell' aria fino a 3 ore, nell' azoto fino a 1 ora, e nel vuoto fino a 30' (*Wundt*).

dai ganglietti (la cui azione viene moderata dal n. vago) lo stimolo scaricandosi sul miocardio produrrebbe la sistole.

I vasi sanguigni hanno le loro fibre muscolari animate dai così detti nervi vasomotori, i quali partono dal midollo spinale e dal midollo allungato e vanno alle tuniche vasali arteriose, a preferenza per via del simpatico (1). Il centro principale vasomotore si trova nel midollo allungato, o meglio più sopra ancora, come nel ponte e nei peduncoli cerebrali (*Budge, Thiry, Ludwig, Schiff*), nei quali ultimi l'irritazione produce restringimento di tutte le arterie periferiche, e la recisione invece apporta iperemia nelle stesse arterie, massime nei visceri addominali.

L'effetto della dilatazione, si ha pure irritando un piccolo ramo del vago detto *nervo depressore*, il quale porta incessantemente al bulbo un'azione tale da deprimere la tonicità delle tuniche vasali. Questo piccolo nervo è un ramo del n. vago, e proprio del n. laringeo superiore, e si dirama come nervo di senso nel cuore; reciso ed irritato nel moncone periferico, non produce alcun'effetto, ma l'irritazione del moncone centrale è dolorosa e determina la paralisi o la dilatazione delle arterie periferiche del corpo, massime dei visceri addominali, con diminuzione considerevole della pressione sanguigna generale, e tutto ciò per un'azione di riflesso attraverso il midollo allungato (*Küss*). I vasi, oltre ai nervi costrittori tengono pure nervi *dilatatori* od *inibitori*, che irritati apportano dilatazione dei vasi stessi, impedendo l'azione dei nervi costrittori; tra questi vanno appunto i *nervi erigenti*, che vengono dal midollo spinale e si portano ai vasi arteriosi del tessuto erettile, e che irritati sopprimono od impediscono l'azione costrittrice del gran simpatico, dando così la dilatazione dei vasi del tessuto erettile (*dilatazione attiva* di *Schiff*).

Il sitema nervoso infine regolando il lume dei vasi e la distribuzione del sangue negli organi riesce ad influire indirettamente sulla temperatura degli stessi, essendo il sangue il calorifico principale del corpo.

La *respirazione* si trova in gran rapporto col sistema nervoso; nel pulmone esiste una gran copia di fibre muscolari lisce, lo quali contraendosi sotto la irritazione diretta del parenchima pulmonare, questo si avvizzisce e si rende atelectasico, scacciando l'aria; queste fibre probabilmente sono influenzate dal n. vago, oltre alla innervazione diretta, che ricevono dai plessi del gran simpatico, e dalle cellule ganglionari esistenti nel parenchima pulmonare istesso. Nel pulmone penetra il n. vago il quale si distribuisce a preferenza nella mucosa respiratoria; reciso il vago ed irritato il moncone periferico, si hanno disturbi incostanti nella respirazione, che possono

(1) L'arrossirsi o l'impallidirsi della pelle per l'influenza del caldo o del freddo, per le impressioni morali ec., dimostrano chiaramente che i vasi sanguigni sono contrattili, e che la loro contrazione dipende dal sistema nervoso.

pure mancare, invece irritato il moncone centrale, la respirazione si accelera e si esagera (*Wundt*), diviene faticosa e profonda, fino ad arrestarsi nella fase di inspirazione spasmodica, cioè col tetano dei muscoli inspiratori. Dal vago emanano due rami importanti, cioè i due laringei, superiore ed inferiore, il primo anima la mucosa della laringe, ed il secondo i muscoli della stessa; reciso il laringeo superiore ed irritato il moncone centrale, si ha respirazione superficiale e rallentata (*Wundt*), fino a rimanere impedita nella fase espiratoria, cioè col tetano dei muscoli espiratori; il nervo vago adunque *esagera* la respirazione, ed il laringeo superiore è *inibitore* della stessa. Lo stimolo sul moncone periferico del laringeo inferiore (*ricorrente di Galeno*) apporta contrazione spasmodica nei muscoli della laringe, con pericolo di soffocazione se l'animale è molto giovane, avendo in tal caso la glottide respiratoria molto ristretta. Queste fibre motrici del vago sono fornite in gran parte e non in tutto dal nervo accessorio del *Villis*.

Nel midollo allungato, e proprio alla origine del n. vago, trovasi il centro della respirazione (*nodo vitale*), centro che per alcuni è *autonomico* e per altri è *di riflesso;* i primi dicono che in questo centro si accumula ritmicamente uno stimolo (probabilmente l'ac. carbonico del sangue), e ritmicamente si scarica; invece i secondi sostengono che il nervo vago stimolato dall'ac. carbonico del sangue nel pulmone conduca lo stimolo nel midollo allungato, da cui per azione di riflesso si scaricherebbe sul midollo spinale, e proprio sull'origine dei nervi per i muscoli inspiratori (n. frenici). Tanto però l'azione *automotrice* del bulbo che quella *di riflesso* sulla respirazione non si possono negare, giacchè: 1.° recisi entrambi i n. vaghi la respirazione continua per un certo tempo ad avverarsi, quantunque lo stimolo (CO^2) non possa più dai pulmoni portarsi al bulbo, e 2.° irritando i monconi centrali dei n. vaghi la respirazione si esagera; quindi l'azione *di riflesso* per i n. vaghi e l'azione *automotrice* del bulbo non potendosi negare, bisogna conchiudere che i movimenti respiratorii sono determinati *in parte* per una eccitazione *diretta*, ed in parte per una eccitazione *riflessa* del midollo allungato, nel primo caso il sangue ricco di ac. carbonico stimola direttamente le cellule nervose di questo centro, e nel secondo caso stimola invece le estremità periferiche dei n. vaghi nei pulmoni (*Wundt*).

La funzione di *secrezione* infine è in rapporto col sistema nervoso: 1.° per i nervi secretori, che terminano proprio nelle cellule di secrezione; 2.° per i nervi motori delle fibre lisce dei dotti escretori; 3.° per i nervi vasomotori delle glandule; 4.° per i nervi di senso che si diramano alle superficie del corpo su cui deve versarsi il prodotto; 5.° infine per i nervi dei muscoli volontarii, i quali colle loro contrazioni possono accelerare lo sgorgo dell'umore.

Alla pag. 73 si è detto della relazione dei nervi colla secrezione delle glandule salivari; la dipendenza della glicogenia epatica dal sistema nervoso

è stata esposta nella fisiologia del midollo allungato; per i reni infine si conoscono soltanto le relazioni nervose vasomotrici, infatti irritando i rami del simpatico che animano le arterie renali, queste si restringono, la escrezione dell' urina si arresta per essere diminuita la filtrazione, e il sangue delle vene renali, che normalmente è rosso-chiaro, diviene piceo. Anche per le glandule sudorifere e per la glandula lagrimale, i loro vasi sono in relazione col sistema nervoso, e tutti conoscono la influenza delle impressioni morali sopratutto, e di altri stimoli intensi sulla produzione del sudore e delle lagrime.

Vi sono però delle secrezioni indipendenti dal sistema nervoso, come quella del sevo, del muco ec.

La *nutrizione* dei tessuti e degli organi è sotto la influenza del sistema nervoso?— Alcuni fisiologi ammettono la esistenza dei *nervi trofici*, destinati cioè unicamente a mantenere lo stato normale di nutrizione delle diverse parti del corpo; altri invece, e sono i più, non riconoscono i nervi trofici, mancando per ora le pruove irrefragabili della loro esistenza, ed ammettono che lo stato *normale* nutritivo dell' organo o del tessuto dipenda dallo stato *normale* dei nervi che mantengono la sua funzione, e dei nervi che regolano il lume dei suoi vasi (1).

(1) Per ulteriori dettagli su questo argomento si legga il sunto della memoria di *Albini* SUI NERVI TROFICI, da me riferito nella prima parte della sua Fisiologia.

Digitized by Google

PARTE TERZA

FUNZIONI RIPRODUTTIVE

Quest' ultimo trattato della Fisiologia si divide in due parti ben distinte, la prima comprende le *Funzioni riproduttive*, proprie dell'individuo allo stato completo di sviluppo, e la seconda l'*Embriologia*, cioè lo studio dello sviluppo del nuovo essere.

Generalità sulla riproduzione—La *temporaneità* degli animali costituisce la necessità assoluta della riproduzione degli stessi.

La produzione di esseri nuovi sulla superficie della terra *può* aver luogo soltanto in quattro modi, cioè: 1.° per creazione primitiva, 2.° per generazione spontanea, 3.° per metamorfosi di altre specie, e 4.° finalmente per riproduzione.

1.° La *creazione primitiva* deve ammettersi per un bisogno che ha l'uomo di porre un limite iniziale alla serie degli esistenti animali; e deve ammettersi perchè un tempo la terra essendo ignea, era incapace a contenere esseri animali e vegetali, ed anche i loro germi; quindi *una volta* si è dovuto sormontare la gigantesca barriera che esiste fra il mondo inorganico e l'organizzato, ed il modo come ciò è stato operato non è della mente umana intenderlo, altro che ammettendo l'attività della Forza soprannaturale. Alcuni oltre a ciò non negano la possibilità della creazione primitiva di nuove specie di animali anche oggigiorno (*Albini*).

2.° La *generazione spontanea* una volta era ammessa per animali grossi, od alquanto elevati nella scala zoologica, come rane, rospi, anguille, vermi, insetti ec.; oggi però la questione si è limitata ai soli animali microscopici, ed a questo proposito i Naturalisti si dividono in *panspermisti* (germe diffuso da per tutto), ed in *eterogenisti* (produzione di animali minuti da elementi

eterogenei); i primi ammettono i germi dei piccoli animali microscopici disseminati da per tutto, massime nell'aria e nell'acqua, dotati di un'alta resistenza e tenacità di vita, invece i secondi ammettono che un animale possa originarsi senza alcun germe, e solo dalla riunione fortuita degli elementi del suo corpo. La maggior parte dei naturalisti oggi nega la generazione spontanea, giacchè i germi, di cui l'aria è pregna, sia per la loro *moltitudine*, sia per la loro *esiguità*, sia per la loro *resistenza* non si possono affatto evitare nelle esperienze, e solo si possono arrestare facendo filtrare ripetutamente dell'aria attraverso il cotone (esperienze di *Pasteur*, di *Hoffmann* ec.).

3.° La *metamorfosi delle specie animali* una volta consisteva nella così detta *metempsicosi*; oggi però una tale ipotesi è risorta, ed è stata rinvigorita e resa seria da molte pruove di fatto. *Darwin* ammette la metamorfosi delle specie poggiandola sull'influenza delle condizioni esterne cosmo-telluriche sul corpo degli animali, condizioni che possono secondo lui cambiare non solo la varietà e la razza, ma ancora la specie, il genere, l'ordine, la classe ec. di un'animale qualunque.

Egli ammette che tutto il regno organizzato, tanto animale che vegetale, abbia avuto origine da un *fitozoa*, il quale poi, modificandosi sia per le condizioni esterne, che per le condizioni della riproduzione, in cui si ereditano e si esagerano certi caratteri speciali, abbia dato sviluppo tanto al regno vegetale che al regno animale; in tal modo Egli dal suo fitozoa farebbe originare per le modifiche prodotte dalla lotta colle condizioni esterne tanto una balena, un'elefante, un'uomo, quanto una felce, una palma, ed un platano. La maggior parte dei naturalisti d'oggidì ritiene invece la *specie come immutabile e fissa* nei suoi caratteri fondamentali, sopratutto pel fatto che gli *ibridi* (esseri provenienti dall'accoppiamento di due specie affini) sono sforniti della facoltà riproduttiva, per cui le così dette specie intermediarie artificiali non possono vivere la vita delle *vere* specie. Quindi, stando ai fatti, si può conchiudere che *ogni specie* abbia avuta la sua creazione distinta la quale, secondo i dati della Paleontologia, si è avverata sempre con un ordine crescente di perfezione, dalle specie più semplici cioè e degradate alle più complicate e nobili (*Agassiz*).

Oggidì la creazione primitiva per le specie già esistenti non è più ammissibile, e, siccome abbiamo visto, non potendosi ammettere la metamorfosi della specie (metembiosi) e la generazione spontanea, rimane soltanto dei quattro modi possibili la *riproduzione*, per la quale gli animali possono mantenere la vita della specie.

4.° La *riproduzione* degli animali può essere *agamica* e *sessuale*; nella prima non esistono organi destinati esclusivamente alla riproduzione, invece nella seconda si trovano appunto organi adibiti esclusivamente a quest'uso.

La *riproduzione agamica* può aver luogo in tre modi diversi, cioè *per scissione*, *per gemme*, o *per spore*.

Digitized by Google

α — *Per scissione* — Consiste nel dividersi di un'animale in più parti, in modo che ciascuna possa costituire un' animale completo; la scissione può essere naturale ed artificiale, la prima si ha nelle vorticelle fisse, paramecii (*f. 141. T. VI.*) ec., e la seconda nel lombrico terrestre.

β — *Per gemme* — Si ha allorquando alla superficie del corpo di un'animale si presenta un bottoncino, il quale a poco a poco sviluppandosi, raggiunge le forme dell'animale completo; questa riproduzione si ha in generale in tutti gli animali che vivono fissati al suolo ed in società od in colonie, come nei polipi sociali (*f. 143. T. VI.*) (1).

γ — *Per spore* — Si ha allorchè in un'animale si formano tante piccole vescichette o nuclei, i quali venuti fuori possono assumere le forme dell'animale completo, senza mai sentire l'influenza di un liquido fecondante. Essa si avvera negli infusorii, ad es le vorticelle libere (*f. 142. T. VI*), nei quali prima della riproduzione per spore si osserva la così detta *zigosi*, cioè il congiungimento di due individui simili per un tratto del loro corpo, pel quale tratto si suppone lo scambio di elementi per la fecondazione. La *sporigenia* si dico pure riproduzione per *gemme interne*.

Mentre gli animali superiori, sono forniti di un sol modo di riproduzione, gl'inferiori spesso ne hanno molti, i quali si attuano in diverse condizioni e in diversi periodi della loro vita, per cui difficilmente si possono distruggere le loro specie, quantunque le forme sieno molte esigue (esempii di *generazione alternante*).

Nella *generazione sessuale* il sesso viene caratterizzato dalla presenza di prodotti specifici, i quali sono gli *ovuli* ed i *nemaspermi*; i primi caratterizzano il *sesso femminile*, ed i secondi il *sesso maschile*.

Le glandule destinate a dare tali prodotti sono, per gli ovuli gli *ovarii*, e per i memaspermi i *testicoli*; queste glandule sono fornite di condotti, i quali si aprono alla superficie del corpo. Se l'animale è a fecondazione *esterna* tutto l'apparecchio geoitale è fatto o dal solo ovario coll'ovidutto, ovvero dal testicolo col deferente (rana, pesci ossei); ma se è a fecondazione *interna*, allora i due sessi sono provvisti di organi atti alla *copula*, quali il *pene* per il maschio, e la *vulva* per la femmina.

Se l'animale sessuale dà come prodotto dolla fecondazione soltanto l'uovo, allora la femmina tiene soltanto l'ovario e l'ovidutto, e l' animale dicesi *oviparo* (pesci ossei, uccelli), invece se la femmina dà uova convertite in piccoli viventi, allora si possono avere due casi, cioè o il fetolino si sviluppa esclusivamente dall' uovo, ed allora la femmina deve avere un piccolo serbatoio nell'ovidutto per incubarlo, e l'animale dicesi in tal caso *ovoviviparo* (salamandra maculata), o pure il fetolino si sviluppa enormemente a spese della madre e non già del solo vovo, e l'animale dicesi *viviparo* (ca-

(1) Nell'*Idra viridis* o *fusca* (polipo di acqua dolce) si ha pure la possibilità della riproduzione per scissione artificiale.

ne, uomo), e la femmina deve avere un' *utero* sul decorso dell'ovidutto, e dev' esser fornita di *mammelle*.

Le due glandule genitali possono trovarsi sullo stesso individuo, ovvero su due individui diversi, nel primo caso si ha l' animale *ermafrodito*, e nel secondo l'animale *unisessuale* (uomo, rana, scarafaggio). L'ermafradito può essere *sufficiente* o completo se basta a fecondarsi da sè stesso (tenia echinococco (*f.144.T.VI.*), ed *insufficiente* od incompleto se ha bisogno di un'altro animale simile per essere fecondato (lumaca, sanguisuga).

CAPITOLO I°

APPARECCHIO GENITALE

L' uomo oppartiene agli animali sessuali vivipari ed a sesso distinto, onde il suo apparecchio genitale comprende nel *maschio* i testicoli, gli spermadutti ed il pene, e nella *femmina* gli ovarii, gli ovidutti, l'utero, la vulva e le mammelle.

Questi due apparecchi per la riproduzione nell'uomo sono perfettamente identici nel primo periodo di loro formazione, poscia per lo sviluppo acquistano delle differenze tali, per cui se da una parte manifestano diversa funzione, dall' altra vi si può scorgere sempre la primitiva identità in tutte le loro parti.

L'apparecchio genitale nell'uno e nell'altro sesso si può distinguere in tre sezioni: 1.° *organi produttori* degli elementi per la fecondazione (testicoli od ovarii); 2.° *organi conduttori* degli stessi prodotti (deferenti, vescicole spermatiche e dotti eiaculatori nel maschio, e trombe ed utero nella femmina); 3.° *organi copulatori* (pene nel maschio e vagina colla vulva nella femmina).

§ 1.° — *Apparecchio genitale maschile.*

I *testicoli* si trovano nelle due cavità dello scroto, tutelati da 6 membrane, quali sono: la pelle dello scroto, il dartos, o lamina fibrosa munita di fibre muscolari lisce, il cremastere cioè una tunica muscolare volontaria propagine dei muscoli addominali, la vaginale comnne, cioè un' inviluppo fibroso che involge il teste ed il funicello spermatico, la vaginale propria o sacco sieroso proprio del testicolo, e l'albuginea; quest'ultima è spessa, fibrosa, racchiude proprio la sostanza del teste, e mediante tante trabecole la divide in tante così dette provincie seminifere (*f. 217. T. X.*) Ogni provincia, costituita allo intorno di connettivo, contiene 3 a 5 canalicoli se-

miniferi, (diam. 0mm,12 a 0mm,13), i quali decorrono contorti, e terminano alcuni a fondo cieco ed altri o rete chiusa o ad anse. Questi canalicoli contorti si riuniscono, e dánno per ciascuna provincia un canalicolo retto (diam. 0mm,2 a 0mm,3); tutt' i tubi retti seminiferi entrano nel così detto *corpo d' Higmoro*, nel quale decorrono a rete, anastomizzandosi fra loro, e costituiscono così la *rete dell'Haller*. Da questa rete escono i vasi seminiferi efferenti (9 a 17), i quali si dirigono a raggi nel soprastante epididimo, e formano i così detti *coni dell' Haller*, decorrendo flessuosi. I vasi seminiferi di tutti questi coni riunendosi a poco a poco costituiscono un'unico condotto, chiamato *deferente* (diam. 2mm) il quale si porta da sotto in sopra e da dietro in avanti sul teste, passa pel canale inguinale, si adagia a lato della vescica urinaria, si reflette dietro della stessa, e finalmente penetra nella prostata, dando prima la così detta *vescicola seminale*. Presso all'origine del deferente dall'epididimo si notano spesso i *vasi aberranti di Haller*; sull'epididimo stesso si può trovare una vescicola sierosa peduncolata, detta *itatide di Morgagni*; ed infine fra la testa dell' epididimo ed il deferente che si riflette in sopra accade talvolta di trovare un corpo costituito di noduli bianchi, ciascuno dei quali risulta di un tubnlino chiuso ed aggomitolato; questo corpo dicesi *organo del Giraldès* o *paraepididimo di Henle*. Tutte e tre queste accidentalità sono avvanzi dello stato embrionale, e proprio del corpo di Wolff e del canale del Müller.

I canalini seminiferi delle provincie si compongono di una membrana propria sottile, elastica e resistente, ricoperta allo esterno da connettivo ricco di nuclei, e contenente allo interno una massa considerevole di epitelio poliedrico, le cui cellule hanno un diam. da 0mm,01 a 0mm,013 (*f.145. T. VI*), sono nucleate ed a contenuto granuloso. Nei vasi efferenti e nei coni dell'Haller ogni tubo presenta una membrana muscolare allo esterno ed un tapezzamento di epitelio vibratile allo interno, e questa stessa struttura si ha nel deferente, tranne che la membrana muscolare o di fibro-cellule è molto spessa e dura (potendovisi distinguere ben 3 strati di fibre, longitudinali esterne ed interne e circolari medio (*f. 146. T. VI*), e l' epitelio è cilindrico stratificato. Le vescicole seminali rappresentano dei diverticoli o tubi varicosi e bozzuti, che mettono in un' unica cavità, le cui pareti sottili sono costituite da fibre muscolari lisce sparpagliate allo esterno, e da epitello pavimentoso allo interno, di più la mucosa di questi serbatoi contiene molte glandulette mucipare (*Gerlach*). Alle vescicole seguono i piccoli *dotti eiaculatori*, i quali passano tra la prostata e la vescica, e si aprono nell'uretra prostatica, e proprio sull' eminenza detta *verumontanum*, la quale presenta un' apertura nel mezzo, che mena nella vescichetta prostatica a fondo cieco (lunga 3 a 4mm, e detta *utero maschile*), e due aperture più in giù che sono gli sbocchi dei dotti eiaculatori; dippiù questa eminenza presenta allo intorno tanti piccoli forellini che sono gli sbocchi delle glandule prostatiche, dappoichè la *prostata* sottostante non rappresenta altro che un' aggre-

gato di tanti grappoli mucipari (15 a 30), riuniti da tessuto connettivo elastico, da molte fibre muscolari lisce e da vasi sanguigni; la prostata nella sua porzione anteriore presenta i due sfinteri vescicali, l'interno a fibre lisce, e l'esterno a fibre striate (*Frey*). Essa secrega un liquido albuminoso, come quello delle vescichette seminali, analogo al muco.

Coi dotti eiaculatori termina la porzione *conduttrice* dell'apparecchio maschile; segue ora la parte destinata alla copula, la quale è costituita dal canale uretrale munito di un corpo cavernoso proprio, e dai due corpi cavernosi del pene. L'uretra ha una mucosa lasca, cedevole, con epitelio pavimentoso presso lo sbocco, e cilindrico stratificato nel resto, più con molte glandule mucipare a grappolo, dette *del Littre*, e con molti infossamenti irregolari detti *lacune del Morgagni*. L'uretra nella sua porzione bulbosa presenta pure gli sbocchi delle due glandule mucipare, acinose, composte, del *Cooper*. Quest'organo o canale così costituito sarebbe inutile alla copula, se non fosse munito di un corpo erettile, il quale gli si adagia d'intorno a mo' di astuccio, conservando l'eguale spessore da dietro allo innanzi, e soltanto al principio ed alla fine presenta due rigonfiamenti, il primo dicesi *bulbo dell'uretra* e si trova al di sotto della stessa, proprio quando esce dalle aponevrosi del perineo, od il secondo dicesi *ghiande* e si trova alla parte superiore della estremità del pene. Allo esterno del corpo cavernoso dell'uretra si nota un rivestimento di fibro-cellule muscolari longitudinali e trasversali.

Il ghiande, massime alla sua corona, presenta molte e grosse papille tattili, fino a $0^{mm},5$ di altezza (destinate pel sesto senso, o *di voluttà*); alla sua superficie ed alla faccia interna del prepuzio si trovano le glandule sebacee del *Tison* per la produzione dello *smegma*, che è del sevo cutaneo misto a cellule epiteliali.

Oltre a questo corpo cavernoso dell'uretra, il pene ha due corpi cavernosi proprii, allogati al di sopra del corpo cavernoso dell'uretra, i quali coi due estremi posteriori (code del pene) s'inseriscono al bacino, e proprio alla congiunzione delle branche discendenti del pube ed ascendenti dell'ischio, e coi due estremi anteriori s'inseriscono, o meglio vengono sepolti nel ghiande.

La struttura dei corpi cavernosi è la seguente; allo esterno si ha un connettivo fibroso elastico, il quale manda tanti sepimenti allo interno, sepimenti che si rendono sempre più sottili ed intrecciati fra loro in guisa da dividere tutta la massa del corpo cavernoso in un sistema di spazii o lacune, tutte comunicanti fra loro. Queste lacune hanno per parete le trabecole di connettivo munite di molte fibre elastiche e muscolari lisce e tapezzate internamente dall'epitelio dei vasi sanguigni (*f. 147. T. VI*). Facendo una iniezione per le arterie del pene, si riempiono i corpi cavernosi, quindi questi sono in comunicazione coi vasi, e precisamente l'arteria cavernosa si ramifica in piccoli vasi, dei quali la maggior parte invece di risolversi nella rete capillare, si aprono direttamente nelle vene, e queste poi fanno non in-

Digitized by Google

terrotta continuazione colle lacune dei corpi cavernosi. Le arterie cavernose presso ai loro tronchi sono fornite delle così dette *arterie elicine*, cioè piccoli rami flessuosi e contorti terminanti in vasellini molto stretti (*f. 148. T. VI*); queste arteriuece durante la erezione si riempiono di sangue, si allungano e distendono i loro giri tortuosi, elidendo in tal modo l'impeto del sangue nei tronchi arteriosi.

Il pene tiene dei muscoli importanti per la erezione; questi si trovano al perineo al numero di tre per lato, e sono: il *m. bulbo-cavernoso*, che come un'ansa abbraccia il bulbo dell'uretra e si fissa allo innanzi sotto dell'asta; il *m. ischio-cavernoso* che si fissa alla tuberosità ischiatica ed allo esterno della radice corrispondente del pene; e finalmente il *m. trasverso del perineo* che si fissa allo esterno dentro della tuberosità ischiatica, ed allo interno nel punto di congiunzione del bulbo-cavernoso collo sfintere anale. Se quest'ultimo muscolo serve a dar punto fisso ai primi, l'ischio-cavernoso contraendosi eleva l'asta, e lascia correre alla parte anteriore dei suoi corpi cavernosi il sangue contenuto nella parte posteriore; il bulbo-cavernoso poi contraendosi da dietro in avanti spinge il sangue dal bulbo dell'uretra nel ghiande, e per la stessa azione svuota l'uretra del suo contenuto (urina, sperma).

I *nervi* dell'apparecchio genitale maschile, vengono alcuni dal gran simpatico, e vanno al testicolo ed ai suoi vasi, non che ai corpi cavernosi, (*plesso spermatico* e *cavernoso*); altri poi vengono dal midollo spinale (*nervo pudendo*) e vanno alla pelle del pene, ai muscoli del perineo ed ai vasi dell'asta; tra questi ultimi sono notevoli i *nervi erettori*, che vengono dal midollo spinale, e per il plesso lombare e poi sacrale ed ipogastrico raggiungono i vasi dei corpi cavernosi; stimolati questi ultimi nervi nel cane dánno dilatazione dei vasi del pene ed erezione; come pure sono notevoli i nervi motori, che dal centro *genito spinale* (centro di riflesso, allogato secondo *Budge* nel midollo al livello della 4.ª vertebra lombare del cane) raggiungono le tuniche muscolari dei dotti escretori dello sperma.

Sviluppo dei nemaspermi — Nel testicolo fino all'epoca della pubertà i canalicoli spermatici, appartenenti alle provincie seminifere, sono pieni di una massa di epitelio pavimentoso o poliedrico, a cellule tutte eguali; alla pubertà avviene il differenziamento tra le cellule periferiche e le centrali; le prime restano pavimentose, e servono a formare il tapezzamento dei tubulini, invece le seconde si allogano nell'asse di questi ultimi, divengono globose, s'ingrossano, ed il loro nucleo comincia a subire delle metamorfosi (*f. 149. T. VI*).

Dapprima il nucleo si allunga, diventa ovale e si presenta diviso in due metà, una compatta e lucente, ed un'altra sbiadita ed opaca; queste due metà s'ingrossano, e mentre la prima diviene ovale, la seconda si fa bacilliforme, od a mo'di un ciglio; sviluppatosi quest'ultimo, si vede l'elemento

spermatico (*nemasperma*, *filamento spermatico*, *corpuscolo seminale*, *spermatozoide*) contenuto nella cellula ed attorcigliato nella stessa. In una cellula spermatofora a molti nuclei si possono trovare più elementi spermatici, riuniti in fascetto. Le cellule spermatofore così sviluppate si avvanzano verso i dotti escretori, scoppiano per via (ordinariamente nei vasi dell'epididimo) ed allora l'elemento spermatico od il nemasperma rimane nuotante in un po' di liquido sieromucoso, trasudato dai vasi sanguigni, però esso si muove poco o niente, e porta aderenti a sè stesso gli avvanzi della cellula.

Lo sperma così formato raggiunge i canali dell'epididimo, in cui scorre più rapidamente sia per l'epitelio vibratile, sia per le fibre muscolari; venuto fuori dai vasi dell'epididimo, s'incammina nel deferente, ove diviene più acquoso per il liquido trasudato dal sangue, e così il movimento dei nemaspermi si rende molto più sensibile; finalmente lo sperma si raccoglie nelle vescichette seminali, ove mescolandosi al muco delle stesse, i nemaspermi presentano un movimento assai più celere. Così costituito lo sperma, esso aspetta il momento della eiaculazione, in cui per la contrazione spasmodica delle vescichette si versa pei dotti eiaculatori nell'uretra, ed ivi unendosi e diluendosi col muco della prostata e dell'uretra, subisce le spinte successive del muscolo eiaculatore, cioè del bulbo-cavernoso. Il maximum di celerità nei movimenti dei nemaspermi si osserva nelle vie genitali femminili, in cui lo sperma si può mantenere attivo per molti giorni, purchè il muco di quelle vie genitali sia in quantità discreta e di reazione alcalina. Lo sperma appena eiaculato è alcalino, biancastro, filante, con odore caratteristico, molto denso; dopo alquanto tempo si coagula in una massa gelatinosa (per la *spermatina*) e poscia ridiviene fluido assorbendo molta umidità. Al microscopio presenta i memaspermi (*f.150.T.VI.*), la cui tosta è lunga $0^{mm},004$, e la coda poi è lunga circa $0^{mm},04$ (nell'uomo), la loro forma e grandezza varia pei diversi animali. Questi nemaspermi sono resistenti alla putrefazione, agli acidi, agli alcali, ed inceneriti conservano la loro forma, essendo ricchi di materia minerale (il 5.21 p. %), massime di fosfato di calce.

Lo sperma dell'uomo contiene circa il 12 % di sostanze solide. I nemaspermi hanno un movimento ondulatorio o vibratile, non spontaneo, con lenta progressione; questo movimento si accelera per l'aggiunta di muco, saliva, soluzioni saline indifferenti, sieri ec.; e si rallenta e scompare per l'aggiunta di acqua, acidi, alcool, tannino, sali metallici ec. e massime dell'urina e del muco catarrale acido delle vie genitali femminili.

Secondo *Kölliker* lo sperma del toro avrebbe la seguente composizione centesimale: acqua 82.06, sostanze solide 17.94, tra cui la sostanza dei nemaspermi 13.138, un grasso fosforato 2.165, ed i sali 2.637.

§ 2° — *Apparecchio genitale muliebre.*

L'*ovario* nel feto è costituito da uno stroma di connettivo con vasi e nervi, rivestito dal peritoneo; poscia il peritoneo infossandosi in varii punti sull'ovario forma tante saccoccette, che ben presto si chiudono alla superficie dello stesso, rimanendovi un punto cicatriziale, detto *stigma*. Queste saccoccette sono allogate alla periferia dell'ovario, ovvero nella sua sostanza corticale, laddovechè nella sostanza midollare trovasi del connettivo con molti vasi e nervi, entrati per l'ilo della glandula; le saccoccette od *ovocisti* sono piriformi (*f. 151.152. T.VI.*), e dopo la pubertà si presentano ciascuna ripiena di cellule epiteliali poliedriche (provenienti dal peritoneo), tra le quali una sola per differenziamento (?) diviene *ovulo*; le cellule epiteliali adagiate sulla parete della saccoccetta costituiscono la *membrana granulosa*, mentre quelle accumulate sull'ovulo il *disco ovoforo* (*cumulus proligerus*) (1).

All'ovario per ciascun lato segue la *tromba di Faloppio* od ovidutto, che comincia con un padiglione sfrangiato presso l'ovario, e poscia di forma cilindrica si apre nell'utero. Essa consta di una tunica muscolare a doppio ordine di fibre lisce, ed allo interno di una mucosa munita di epitelio vibratile.

Le due trombe sboccano nell'*utero*, il quale ha la forma di una pera capovolta e schiacciata, e consta di una tunica muscolare molto spessa ed à fibre lisce, delle quali le longitudinali ed obblique predominano nel corpo dell'utero, e le circolari nel collo, nella bocca e nelle aperture delle trombe; in questa tunica muscolare si notano molti seni venosi. Allo interno trovasi una mucosa la quale ha epitelio stratificato vibratile nel corpo e nel collo, e pavimentoso nella bocca, e presenta dippiù molte glandule mucipare composte.

L'utero confina in basso colla *vagina*, la quale presenta nella parete anteriore e le così dette colonne vaginali, cioè un sistema di rughe o creste trasversali; essa è molto estensibile, e consta di una mucosa allo interno con epitelio pavimentoso, e con molte glandule mucipare a grappolo; allo esterno poi ha un connettivo, ricco di fibre muscolari organiche e di vasi sanguigni, che decorrono a mo' di plessi; a vero dire, fuori della mucosa esiste uno strato di fibre muscolari lisce, e più fuori ancora una tunica con-

(1) Con piacere veggo nella recente opera di *Küss* uno schema dell'ovario, che ne rappresenta la struttura nel modo preciso come io l'intendo. Nel 1868 feci molti studii sugli ovarii dei mammiferi e degli uccelli, ed anche dei feti umani femmine; i preparati mi convinsero della introflessione delle saccoccette del peritoneo nell'ovario, anche *Albini* se ne convinse, tanto che pubblicò i dati da me fornitigli nella 3.ª parte della sua Fisiologia (p. 38).

nettivale ricca di vasi; ad ogni modo la parete della vagina somiglia ad un tessuto cavernoso od erettile.

La vagina si apre nella *vulva*, è ne viene separata mercè l'*imene*; la vulva presenta le grandi labbra, riunite in dietro dalla forchetta ed in avanti dal monte di Venere, allo indietro ha le piccole labbra o ninfe, che sdoppiandosi in avanti comprendono il clitoride, formandogli un prepuzio ed un frenulo. Al di dietro delle piccole labbra, e proprio nel mezzo notasi l'uretra, ai lati poi ed in basso dell'ostio vaginale si notano le due grosse glandule mucipare, acinose composte del *Bartolino*.

L'utero riceve molti vasi; i quali passano nel legamento largo, sotto dell'ovaia, e sono impigliati dalle fibre muscolari lisce del *mesovario*; riceve pure molti nervi dal plesso ipogastrico e dal plesso sacrale, i quali sono in relazione con molti gruppi di cellule ganglionari esistenti nella tunica sottomucosa.

Sviluppo degli ovuli — Ogni 28 giorni nella donna, dalla pubertà alla età critica (cioè in circa fra 13 e 45 anni), si matura l'ovulo e cade dall'ovaia. L'ovulo si forma nel *follicolo di Graaf* od *ovocisti*, che è una saccoccetta introflessa dal peritoneo, ed immensamente sviluppata; questo sviluppo consiste in un'ispessimento della capsula di connettivo, in un'aumento di vasi sanguigni, in una grande produzione di cellule epiteliali del follicolo, ed infine in un grande accumolo di siero nello stesso (*f. 151. 152. T. VI*). Allorchè questo siero è in quantità eccessiva e distende enormemente il follicolo, questo si apre nel punto di minore resistenza (*stigma*), cioè nel punto in cui s'introflesse la saccoccetta ovarica, e la lacerazione estendendosi anche un po' oltre, arriva a rompere qualche vasellino perifollicolare e quindi una gocciola di sangue cade nel follicolo. L'uovo viene fuori assieme al siero e ad un cumulo di cellule epiteliali, che formano il disco ovoforo; l'uovo poi come tale nell'uomo ha un diam. di 0mm,25 a 0mm,18, ed è costituito di una membrana detta *membrana vitellina*, di un contenuto detto *vitello*, e un nucleo detto *vescicola germinativa*, in cui si nota qualche nucleolo detto *macula germinativa* (*f. 153. 154. T. VI*).

Menstruazione — La caduta periodica dell'ovulo nella donna viene accompagnata dalla *menstruazione*, cioè da un flusso di sangue (d'ordinario da 100 a 200 gram.—*Wundt*) dai capillari della mucosa uterina, sangue che essendo mescolato a molto muco alcalino, difficilmente coagula, e subito si putrefa. Questa emorragia è prodotta da una iperemia attiva e passiva che si stabilisce nell'apparecchio genitale femminile; l'iperemia attiva ha luogo per l'irritazione cagionata dal follicolo ovarico che matura, e l'iperemia passiva si stabilisce perchè questo stesso stimolo cagionando una contrazione spasmodica nel mesovario, i vasi che in questo decorrono vengono strozzati, e la circolazione di ritorno dall'utero è ostacolata.

Digitized by Google

Nel follicolo che ha dato l' uovo, s' incomincie a formare une cicatrice (*f.151.T. VI*)., che va sotto il nome di *corpo luteo* o *giallo*, colore dipendente dalla metamorfosi adiposa dell'epitelio introstante el follicolo, nonchè degli albuminoidi del sangue, ed infine da metamorfosi nel pigmento del sangue, il quale spesso si può trovare cristallizzato in rombi giallo-bruni (*ematoidina*) (1).

§ 3.° — *Accoppiamento e fecondazione.*

L' *accoppiamento* è le funzione per la quale i due sessi si congiungono, onde far venire fra loro in contatto immediato gli elementi per la *fecondazione*.

In questa funzione il maschio rappresenta la parte attiva dovendo iniettere lo sperma nelle vie genitali della femmina, e l' *erezione del pene* è la condizione indispensabile, la quale mancando, non si può aver mai vero accoppiamento. L'erezione si stabilisce per un'azione nervosa, la quale può essere *di riflesso*, ed allora uno stimolo speciale (*stimolo venereo*) proviene dal mondo esterno ed entra per la via degli organi del senso, (tatto, udito, vista), o pure proviene dallo stesso apparecchio genitale e giunge al cervello, da cui poi parte un' azione centrifuga, che per via del midollo spinale si scarica alle tuniche muscolari delle arterie cavernose del pene; queste si dilatano, il sangue vi corre in gran copia, il reflusso non è più proporzionato all' afflusso, ed il sangue ristagna nel tessuto cavernoso, dando così il turgore del pene. Lo stesso inturgidimento però si può avere per un' azione nervosa *diretta*, sempre che l' individuo senza alcuno stimolo esterno pensa alla venere, o pure sempre che uno stimolo si localizza nel midollo spinale, e proprio all' origine dei *nervi erettori*. Questi nervi, scoperti da *Eckhard*, emanano dalla porzione ultima del midollo spinale, fanno parte del plesso lombare, e poi passati nel plesso sacrale si portono mediante il plesso cavernoso del simpatico alle arterie dei corpi cavernosi; la loro eccitazione *inibisce* la contrazione delle arterie, e queste si dilatano, aumentando considerevolmente l' afflusso di sangue al pene, sangue che non potendo essere portato via nella stessa proporzione che vi arriva, si accumola nel tessuto erettile e ne dilata fortemente le lacune.

Il sangue ristagnando nel pene, produce l'aumento di volume (massime in lunghezza) ed una certa durezza in quest' organo; me ciò non basta, il pene per introdursi bene e presto nelle vagine he bisogno di divenire rigido e teso, e ciò si ottiene per un meccanismo idraulico speciele delle sua circolazione. Il tessuto cavernoso è tutto comunicante, ora ellorchè diviene turgido di sangue, è naturale che ogni compressione sulla parte posteriore

(1) I corpi lutei corrispondenti ad ovuli fecondati e seguiti da gestazione sono molto più grandi di quelli appartenenti ad ovuli non fecondati.

deve spingere e caricare tutto il sangue nella parte anteriore; l'erezione deve distinguersi in due periodi, nel periodo di *turgore* e nel periodo di *durezza*, nel primo il pene si gonfia per l'afflusso copioso di sangue, e nel secondo s'indurisce pel fatto che, contraendosi fortemente il muscolo bulbo-cavernoso e i due muscoli ischio-cavernosi, viene compresso il bulbo della uretra e le due code dell'asta (e nel tempo stesso le vene dell'asta — *Krause, Kobelt*), è perciò il sangue è spinto violentemente negli estremi anteriori dei due corpi cavernosi e nel ghiande, il quale ultimo si rende duro e si gonfia d'oltremodo, la sua mucosa diviene tesa e lucida, e così viene facilmente introdotto nella vagina. La durezza adunque del pene è in ragione diretta della forza dei muscoli erettori, non che dell'attività della circolazione sanguigna e dello stato di sensibilità delle papille del ghiande, le quali nella copula vengono eccitate prima dalla clitoride eretta e poi dallo sfregare continuo contro le colonne della vagina, eccitamenti che producono non solo dei continui movimenti riflessi nei muscoli erettori, ma ancora una contrazione permanente nei muscoli cremasteri e dartos, per cui i testi vengono tirati in alto, e finalmente quando la carica dell'eccitamento nel midollo spinale del maschio (centro *genito spinale*) è giunta al massimo si desta il movimento riflesso convulsivo infrenabile della *eiaculazione* dello sperma; quest'ultima consiste nello svuotamento dei deferenti, delle due vescicole seminali e delle glandule prostatiche nell'uretra, e nel rapido svuotamento di quest'ultima (dello sperma cioè, mescolato all'umore prostatico ed al muco uretrale), mercè successive contrazioni del muscolo bulbo-cavernoso. Questo movimento riflesso della eiaculazione è sempre involontario, quando però lo stimolo è giunto al massimo, e si avvera sia nel coito, che in ogni solletico vivo sul ghiande (*masturbazione*), e in ogni altro eccitamento dell'organismo che possa riverberare sulla sfera sessuale, come nei sogni lascivi, in una intensa paura od emozione ec.; la polluzione notturna poi avviene semprechè, dato il turgore delle vescicole seminali, queste vengono compresse d'ordinario dalla vescica o dal retto pieno, e lo stimolo senza giungere alla coscienza si scarica attraverso il midollo spinale sui nervi erettori e sui nervi dei muscoli eiaculatori.

Nell'accoppiamento la donna non rimane come un corpo inerte, ma nel suo apparecchio genitale si desta per via di riflesso un'eretismo vivo; per cui il sangue vi accorre in gran copia, l'utero e la parete vaginale s'inturgidiscono, la clitoride si erige, il muco vien fuori in gran copia dai genitali, e in tutte le fibre muscolari lisce e striate dello stesso apparecchio si avverano delle violente contrazioni, massime nella vagina, il cui costrittore stringe fortemente il corpo del pene. Per lo più durante la eiaculazione il pene arriva a toccare il muso di tinca, ovvero ne rimane ad una piccola distanza, ed in tal modo « gli organi sessuali maschili e femminili non costituiscono più, in realtà, che un solo canale, il quale si estende dai dotti eiaculatori, attraverso la porzione anteriore dell'uretra maschile (allargata per la ere-

zione) fino al muso di tinca, del pari dilatato » (*Wundt*); per ciò lo sperma eiaculato dal maschio raggiunge facilmente la cavità dell' utero sia per la spinta della eiaculazione, che per la contrazione delle vie genitali femminili e per la capillarità, estendendosi dalla vagina insino ai padiglioni delle trombe faloppiane uno spazio capillare continuo, occupato appena da un poco di muco, e formato dalle pareti mucose ravvicinate (1).

La *fecondazione* consiste nell' incontro e nell' azione dei filamenti spermatici sull'uovo (2); quest'incontro può aver luogo nei diversi punti dell'apparecchio genitale femminile, dall'utero cioè fin sull'ovario, ciò che dipende dal tempo della eiaculazione e della caduta dell'ovulo (3). D'ordinario i nemaspermi freschi ed attivi nel loro movimento, incontrano l'uovo lungo la sua discesa per la tuba (che nella donna dura 2 a 10 giorni —*Sims*), ove l'uovo a poco a poco si va spogliando del disco ovoforo (*f. 153. T.VI*), e si munisce invece di uno strato di denso muco albuminoso, in cui si sono visti vibrare appunto i filamenti spermatici; recentemente però *Barry* ha osservata, ed altri hanno confermata la penetrazione dei nemaspermi nell' interno delle uova dei mammiferi (coniglio); s' ignora però come penetrano (secondo *Pflüger* l'ovulo umano sarebbe munito di un piccolissimo micropile nella membrana vitellina). Ordinariamente per la fecondazione basta la penetrazione di un solo spermazoide, il quale ben presto si disfa nella massa del vitello (*Meissner*).

L' uovo maturo uscito dall' ovario presenta movimenti amiboidi nel suo vitello, movimenti per i quali la massa vitellina si contrae, e spesso pochi cumuli di granuli della stessa vengono a separarsene, costituendo le così dette masse o *globuli polari*.

Se l' uovo non viene fecondato, seguita fino ad un certo punto a presentare questi movimenti nel suo contenuto, e poi muore e si disfa nel muco uterino; invece, avvenuta la fecondazione, i movimenti del vitello si fanno più cospicui, questa massa giallastra si addensa, e spreme da sè un liquido, che le si raccoglie allo intorno; nella massa vitellina, che si riduce al centro, non si può più scorgere la vescicola germinativa. Dopo alquanto

(1) *Spallanzani* provò che tutti gli atti concomitanti dell' accoppiamento non sono indispensabili per la fecondazione, giacchè Egli iniettò dello sperma nelle femmine di animali in caldo ed ottenne la fecondazione. *Sims* ha potuto recentemente giungere allo stesso risultato nella specie umana (*Wundt*).

(2) Un tempo vigeva la dottrina dell'*aura seminale*, cioè si riteneva che il solo odore dello sperma bastava per la fecondazione. *Spallanzani* pel primo dimostrò la necessità del contatto immediato degli elementi spermatici coll'ovulo.

(3) Se l'uovo fecondato si sofferma e si sviluppa fuori dell' utero, si ha la *gravidanza extrauterina*, la quale può essere *addominale*, *ovarica*, *tubarica*, ed *interstiziale*.

Digitized by Google

tempo però, rendendosi la massa più trasparente da opaca che era, nel suo centro comparisce un *nucleo* che dicesi appunto *nucleo di fecondazione*, giacchè è il vero segno dell' avvenuta fecondazione.

CAPITOLO II°

EMBRIOLOGIA

Questo capitolo comprende lo sviluppo dell' uovo fecondato.

§ 1.° — *Abbozzo del corpo embrionale e suoi annessi.*

Segmentazione del vitello — Il vitello, o contenuto dell'uovo diventa dopo la fecondazione una vera cellula nucleata individualizzata, la quale ben presto incomincia a presentare un' attivo processo di segmentazione, che avviene sempre dicotomicamente, per cui tutta la massa vitellina trovasi ben presto ridotta in un cumulo di cellule tutte nucleate rinchiuse nella membrana vitellina, e perciò formate per endogenia. Accumulandosi semprepiù il siero assorbito nello interno dell' uovo, tutte queste cellule per la pressione del liquido vengono spinte verso la periferia dell' uovo stesso, cioè a dire contro la membrana vitellina, e formano così una prima membrana cellulare a mo' di una sfera, che si dice *blastoderma* (*f.155.T.VI*). Nell'uomo e nei mammiferi tutto il vitello si segmenta per costituire il blastoderma; invece negli uccelli ed in molti altri vertebrati ed invertebrati si segmenta solo una piccola porzione, ed il resto rimane per la nutrizione dell'embrione; onde le uova si distinguono in quelle a segmentazione totale od *oloplastiche*, ed in quelle a segmentazione parziale o *meroplastiche*.

Nel mentre avvengono tali fenomeni, la membrana vitellina, molto rigonfia, ingrandita ed ispessita, non si presenta più liscia, invece sulla sua superficie esterna si notano tanti villi ramificati, che si sono di già immessi nella mucosa uterina, villi pei quali la membrana vitellina acquista il nome di *chorion villoso*. Allo interno del chorion villoso si trova il blastoderma, dapprima costituito da un solo strato di cellule, e poscia da due strati (formato il secondo per riproduzione delle primitive cellule), i quali contengono un liquido con albumina, grassi e sali, che dicesi *vitello embrionale*.

Il blastoderma non si presenta egualmente sottile e trasparente, invece in un punto dell' uovo presenta un'area ispessita ed opaca, la quale dicesi *area germinativa*, perchè da essa si deve formare l'embrione. Se tutto il blastoderma è costituito da due soli strati di cellule, quella sua porzione che forma l'area germinativa presenta tre strati, i quali diconsi *foglietti blastodermici*

o *dell' area germinativa*, distinti in uno esterno *epidermoidale animale*, in uno medio *motorio germinativo* (più spesso e più attivo), ed in uno interno *epiteliale vegetativo* (*Remak*). Da questi tre foglietti deve originarsi tutto il corpo embrionale.

Dapprima l'area germinativa si divide in *area opaca*, che è *circolare* e resta alla periferia, ed in *area trasparente* che è *ellittica* e si trova nel centro. Immezzo a quest'area trasparente vedesi ben presto comparire una lineetta bianca, che dicesi *nota primitiva*, i cui bordi poi sollevandosi costituiscono la *doccia primitiva*, che è l'inizio del sistema nervoso (*f. 218. T. X.*)

Abbozzo del corpo embrionale — Il corpo dell' embrione deve originarsi dall'area germinativa, la quale si presenta costituita, come si è detto, di tre foglietti, uno esterno epidermoidale animale, uno interno epiteliale organico, ed uno medio motorio germinativo. Questi tre foglietti per costituire il corpo embrionale debbono tutti e tre chiudersi in un solo tubo, in cui il foglietto esterno, oltre al comprendere tutto il tubo del corpo, comprende pure un tubo sottile, formato dallo stesso foglietto esterno, cioè il tubo midollare.

Tutti i tessuti del corpo debbono originarsi da questi tre foglietti; i tessuti di semplici cellule si originano dai foglietti esterno ed interno, mentre i connettivi ed i tessuti superiori si originano dal foglietto medio (*f. 219. T. X — f.20.T.I*).

Il foglietto *esterno* dà origine all'epidermide ed alle sue appendici, non che agli organi periferici di senso, ed alla membrana epiteliale che tapezza i canali e le cavità centrali dell'asse cerebro-spinale. Per originare quest'ultimo sistema il foglietto superficiale od esterno presenta una doccia aperta superiormente (*doccia primitiva*), la quale ben presto si chiude in un canale rigonfio anteriormente, che è il *canale midollare*.

Dal foglietto *interno* ha origine l'intestino, o canale digerente, con tutte le sue appendici (compreso l'apparecchio respiratorio e l'uro-genitale). L'intestino si presenta dapprima come una *doccia* a concavità interna, la quale ben presto si chiude in un canale, separandosi in pari tempo dalla cavità dell'uovo, che rimane in forma di *vescicola ombelicale*, e che comunica coll' intestino mediante il *dotto omfalo-meseraico*.

Dal foglietto *medio*, o motorio-germinativo, si origina l'apparecchio di locomozione, nonchè i tessuti superiori. Dapprima questo foglietto presenta nel mezzo, esteso fra la doccia midollare e la intestinale, un cordoncino, detto *corda dorsale;* lateralmente alla corda si notano due laminette oblunghe e rettangolari, le quali si dividono ben presto in tanti pezzi appaiati, disposti ai lati della corda, che diconsi *masse subprismatiche*, o vertebre primitive. Il rimanente del foglietto medio costituisce le due *piastrine laterali*, ciascuna delle quali si divide in due pagine per ciascun lato, una verso il dorso, ed un'altra verso il ventre, la prima dicesi *pagina animale*, e serve

Digitized by Google

a costituire l'apparecchio muscolare del tronco, l'altra invece dicesi *pagina vegetativa* e rappresenta lo strato muscolare dell'intestino; fra queste due pagine si estende uno spazio oblungo detto *cavità pleuro-peritoneale*. Infine dallo stesso foglietto mediano e superiormente, fra le masse subprismatiche e le piastrine laterali, si formano i così detti *corpi di Wolff*, ed inferiormente, cioè alla faccia ventrale, fra le stesse masse subprismatiche e le piastrine laterali, si formano le *aorte primitive*.

Per completare l'abbozzo del corpo embrionale, bisogna dire degli *annessi* allo stesso (*f. 220. T. X*).

Chorion villoso — È la membrana vitellina ispessita e ricca di tante villosità ramificate allo esterno, le quali s'immettono nella mucosa uterina.

Chorion sieroso — Non è altro che il foglietto cellulare esterno del blastoderma, nella sua porzione che non ha preso parte al rivestimento del corpo embrionale; questo chorion veste allo interno le villosità del chorion villoso.

Chorion vascolare — I corpi del Wolff (*f. 221. T. X.*) sono due organi escretori dei materiali di ossidazione e dell'acqua dal corpo embrionale; tutto questo liquido (*urina primitiva*) per due condotti escretori si raccoglie in una extroflessione dell'intestino presso l'estremo caudale, extroflessione che ben presto sporge dal corpo nella regione pubica, appare di colorito rosso, perchè ricca di vasi, ed ha il nome di *allantoide;* quest' allantoide si sviluppa immensamente nella cavità dell'uovo fra i due foglietti del blastoderma, e va ad immettere le sue anse vasali entro le villosità del chorion, costituendo in tal modo il *chorion vascolare*.

Placenta — L'uovo dapprima presenta le villosità del chorion tutte vascolarizzate, poscia molte di queste si atrofizzano e poche rimangono funzionanti e si sviluppano di molto, per costituire quell'organo che serve di rapporto nutritivo e respiratorio tra il feto e la madre, e che dicesi *placenta*. Dal modo come si dispongono e si sviluppano le villosità superstiti, si conoscono varie forme di placenta: 1.° la placenta *diffusa*, cioè costituita da tanti fiocchetti sparsi su tutto quanto l'uovo (solipedi); 2.° placenta *a zona* costituta da una fascia di fiocchetti villosi allo intorno dell'uovo (carnivori); 3.° placenta *a focaccia*, in cui i villi occupano una sola area dell'uovo, molto ristretta (bimani); 4.° placenta *a cotiledoni* costituita da fiocchi di villi sparsi che restano incapsulati in certi mammelloni cavi della mucosa uterina (ruminanti).

Amnios — È un sacco tutto chiuso pieno di acqua, in cui nuota per intero il corpo embrionale fino alla nascita. Allorchè, sviluppandosi, l'embrione si fa molto pesante, si infossa entro l'uovo trasportando seco, aderenti ai lati del suo corpo, due lamine del foglietto esterno o sieroso del blastoderma; questa lamine avendo perduta ogni resistenza nella porzione con cui si guardano, si congiungono e si saldano fra di loro in alto, cioè a dire ad una certa distanza dal dorso dell'embrione. Per la chiusura di que-

Digitized by Google

ste lamine ne risulta un sacco piccolo dapprima, ma che poi, per l'ulteriore accumularsi del liquido embrionale escrementizio (che nell'uomo al maximum raggiunge 1 kilogr.; ma poi si riduce a 500 gram. — *Béraud*), s'ingrandisce di molto, tanto da riempiere tutta la cavità dell'utero, e da tenere nuotante il feto, onde difenderlo dagli urti.

Decidua o *Caduca* — È una membrana mucosa che si forma nell' utero durante la gestazione, e che poi cade a branelli dopo il parto per suppurazione (*f. 222. T. X*). Si distingue una *decidua vera*, una *riflessa*, ed una *serotina*; la prima è la mucosa che cresce su tutta la faccia interna dell'utero, e che ne chiude la cavità, la seconda è quella che si riflette attorno all'uovo e lo rinchiude, e la terza è quella porzione della mucosa uterina, su cui si è fissato primitivamente l'uovo, e che è destinata a costituire la placenta uterina, cioè quell'organo materno formato da anse vasali, che si debbono ingranare colle anse vasali della placenta fetale. In principio di sviluppo fra la decidua vera e la reflessa esiste un po' di spazio, pieno di liquido, detto *perione*.

§ 2.° — *Sviluppo degli apparecchi nervoso, di locomozione e degli organi dei sensi.*

Sviluppo dell' apparecchio nervoso — Formatasi la distinzione tra l'area opaca e l'area trasparente, in mezzo a quest'ultima si vede comparire dapprima la *nota primitiva*, e poscia la *doccia primitiva*. Questa doccia, che è l'inizio dell'asse cerebro-spinale, per la riunione dei suoi bordi si muta nel così detto *canale midollare;* questo canale non è tutto chiuso, invece presenta nei vertebrati un'apertura costante presso l'estremo cefalico, che è il quarto ventricolo, e negli uccelli un' altra apertura alla estremità caudale detta *seno romboidale*. Il canale midollare così formato si presenta rigonfio all'estremità anteriore o cefalica, ed assottigliato a lancetta all'estremo posteriore o caudale.

L' *encefalo* si sviluppa nel seguente modo; nel rigonfiamento cefalico del canale midollare appariscono due solchi trasversali, che lo dividono in tre vesciche, di cui l'anteriore dicesi *prosencefalo*, la media *mesencefalo*, e la posteriore *epencefalo*, di queste la media è la più grande (*f. 223. T. X.*). Queste tre vesciche appena formate arrivano a cinque, giacchè dal prosencefalo emana allo innanzi una vescica a mo' di gemma, la quale per l'ostacolo che trova nella capsula cranica si riflette in alto ed in dietro, arrivando così a ricoprire nell'uomo tutte le altre vesciche encefaliche; nell'epencefalo poi si forma un solco trasversale alla parte superiore, ed alla parte inferiore un ginocchio, pel quale l'epencefalo viene diviso in due vesciche, una anteriore-superiore, ed un'altra posteriore-inferiore, la quale ultima fa continuazione col canale midollare. Di queste cinque vesciche cerebrali la 1.ª deve costituire gli emisferi cerebrali, la 2.ª il terzo ventricolo, la 3.ª i

ganglii del mesocefalo, cioè i lobi ottici o corpi quadrigemelli, la 4.ª il cervelletto, e la 5.ª il midollo allungato.

La capsula cranica fornendo due sepimenti, uno longitudinale (*gran falce*) ed un altro trasversale (*tentorio*), riesce a dividere non solo la prima vescica in due, ma ancora il cervelletto ed il bulbo dal cervello propriamente detto.

Primitivamente la massa encefalica consta soltanto di vesciche sottilissime, rivestite internamente da epitelio e ripiene di siero (*ventricoli dell'encefalo*); poscia la capsula, o la parete delle vesciche ispessendosi rimane aggrovigliata nel cranio, costituendo così le *circonvoluzioni primitive*. A ciò segue il deposito di sostanza nervosa, che si opera dal foglietto medio, per cui queste circonvoluzioni spariscono, e vengono sostituite più tardi dalle *circonvoluzioni permanenti*, costituite unicamente dalla massa nervosa.

Lo stesso deposito di sostanza nervosa si fa attorno al canale midollare, per cui questo rimane rinchiuso nel mezzo della sostanza grigia e della sostanza bianca spinale.

I nervi periferici si sviluppano in sito da cellule oblunghe che si congiungono in serie, e poscia si mettono in comunicazione sia coi ganglii, che coll'asse cerebro-spinale; però bisogna eccettuare i tre nervi degli organi di senso superiori, quali l'olfattorio, l'ottico e l'acustico, che emanano come gemme, il 1.° dal prosencefalo, il 2.° dal mesencefalo, ed il 3.° dall'epencefalo.

Sviluppo dello scheletro — Tutto lo scheletro primitivamente è rappresentato dalla *corda dorsale*, e dalle *masse subprismatiche* laterali alla corda; poscia mentre la corda rimane arrestata nel suo sviluppo, le masse subprismatiche vanno a costituire le vertebre vere e permanenti, non che le loro appendici. Ciascuna massa subprismatica dapprima comincia a prolungarsi verso il dorso, al lato cioè del canale midollare, indi per uno strozzamento mediano si divide in due porzioni, una *dorsale*, che va sotto i tegumenti a costituire le masse muscolari della colonna vertebrale, e l'altra *ventrale*, che rimane a lato della corda e sotto del canale midollare. La porzione della massa subprismatica che rimane presso la corda, assieme alla compagna del lato opposto, si prolunga verso il dorso tanto da abbracciare in parte il canale midollare, e verso il ventre s'ingrossa al lato della corda di tanto da incontrarsi e congiungersi colla compagna, e finire così per comprendere la corda; ciascuna massa adunque forma a questo periodo la metà di una vertebra, che ha la forma di una sella, nella cui concavità si alloga il canale midollare e nella cui parte più ispessita rimane imprigionata la corda (*f. 224. T. X.*). Verso il dorso per completare la teca vertebrale si estende fra le apofisi dorsali delle vertebre, o *nevroapofisi*, una lamina connettivale detta *membrana reuniens superior*, la quale naturalmente è molto più estesa sulle vesciche encefaliche, in forma di *capsula cranica*.

Giunto a questo periodo il *nevroscheletro* primitivo, ha luogo la formazione delle *vere vertebre* cartilaginee, ciascuna delle quali si forma dalla metà superiore di una *vertebra primitiva* e dalla metà inferiore di un'altra vertebra soprastante; la corda però, che in questo periodo si presenta rinchiusa in una guaina propria, rimane sempre nell'asse dei corpi vertebrali, anzi allorchè lo scheletro cartilagineo è già per ossificarsi si trovano perfino i suoi residui nei dischi cartilaginei intervertebrali (massime nei pesci), i quali ultimi sono costituiti appunto da un'ispessimento considerevole della guaina della corda.

La vertebra cartilaginea verso gli ultimi mesi della vita intrauterina *calcifica* e poi *ossifica*; siccome la ossificazione di ciascuna vertebra avviene in tre punti principali, così anche nella vertebra ossificata molto giovane si può notare la divisione in tre pezzi, cioè a dire nel corpo e nelle due appendici montanti (*nevroapofisi*) che formano l'arco.

Il cranio non è altro che l' estremo anteriore della colonna vertebrale, destinato a contenere il rigonfiamento cefalico del canale midollare, per cui tanto le nevroapofisi che la membrana reuniens superior debbono presentarsi molto slargate ed estese. I corpi delle tre vertebre che formano la base del cranio, sono la metà anteriore del corpo dello sfenoide con due nevroapofisi o piccole ali, la metà posteriore del corpo dello sfenoide con due nevroapofisi a grandi ali. ed il corpo dell'osso basilare con due nevroapofisi ricongiunte nella squama. L'etmoide ed i temporali per la loro parte petrosa, appartengono agli organi dei sensi (olfatto ed udito). La squama del frontale, le squame dei temporali e dei parietali si ossificano non da cartilagine, ma direttamente dal connettivo della membrana cranica reuniens superior.

La corda dorsale, percorsa tutta la colonna vertebrale, si trova nel corpo dell'atlante, saldato coll'assoide, cioè nel processo odontoide, ove mentre si arresta e termina nell'uomo, negli animali invece ne esce e decorre in tutti e tre i corpi delle vertebre craniche (1).

Mentre le vertebre in generale nell'uomo hanno soltanto nevroapofisi, le dorsali presentano pure le *ematoapofisi*, cioè a dire da ogni vertebra emana lateralmente un piccolo fusticino (costola) piegato ad arco, il quale decorrendo nelle pareti del tronco si porta allo innanzi, e quando è per raggiungere la linea mediana si salda con le estremità dei fusticini sopra e sottostanti, cioè colle altre costole, in guisa che si hanno longitudinalmente allo innanzi del petto due laminette parallele (terminazioni delle costole), le quali ben presto si riuniscono e formano lo *sterno* (tranne nei casi di *fissura sterni congenita*). Lo sterno cartilagineo presenta ben presto 4 a 5 punti di ossificazione, uno pel manubrio, tre per il corpo, ed uno per l'appendice xifoide.

(1) V. *Ricerche sulla natura delle ossa alla base del cranio*—per ALBINI e RENZONE — Rendic. Acc. Real. sett. 1867.

La *faccia* si sviluppa nel seguente modo. Rinchiusisi in un tubo i tre foglietti dell'area germinativa e sviluppatesi di molto le vesciche cerebrali, massime il prosencefalo, quest' ultimo nell' inflettersi o piegarsi sul petto forma una plica trasversale a mo' di un seno o larga fenditura; quest'ultima per l' elevarsi di due pliche longitudinali al di sotto, che si toccano nella linea mediana, viene convertita in un imbuto ovvero in un' infossamento, aperto sotto dello esterno cefalico, e terminante in basso a fondo cieco (*imbuto d' ingestione*), proprio là dove termina il fondo cieco cefalico del tubo intestinale.

Ben presto le pliche longitudinali mercè fenditure trasversali vengono divise per ciascun lato in quattro *archi*, che si dicono *branchiali*, perchè allo interno vi si dovranno allogare le arterie branchiali (*f. 225. T. X.*). Questi quattro archi hanno diversa destinazione, però il primo, che sta sotto del cranio, è quello che deve costituire tutta la *faccia*, cioè le due mascelle (*f. 226. T. X.*). Collo estremo anteriore questo 1.° arco branchiale deve fornire un processo (*processo di Meckel*), intorno al quale deve formarsi l'arco mascellare inferiore, che ben presto si congiunge col compagno del lato opposto; nella parte superiore del 1.° arco branchiale comparisce un processo, il quale portandosi in alto ed in avanti va a congiungersi colla base del cranio, rimanendo allo esterno di sè un cavo per l' allogarsi dell' occhio (*orbita*). L'estremo anteriore di questo processo nel raggiungere il cranio s'incontra nella linea mediana con un' altro processo bifurcuto, che scende dalla regione frontale, e si forma in tal modo più allo innanzi per ciascun lato un altro piccolo cavo o fossetta (*narice*), molto lontana dalla compagna. Tra l'estremo inferiore del processo mediano biforcuto ed il margine superiore del 1.° arco branchiale rimane un' ampio spazio trasversale ellittico, che è l' apertura orale, la quale mena nell'imbuto di ingestione in basso, ed in alto nell' ampia cavità del naso, comunicante naturalmente con quella della bocca, e da cui poscia verrà divisa per lo sviluppo dei processi palatini. L'estremo posteriore del 1.° arco branchiale infossandosi va a costituire le ossicina dell'udito (martello ed incudine), e la fessura branchiale che lo segue immediatamente costituisce indietro la *fessura auditiva*.

Il 2.° arco branchiale, rimasto molto più piccolo, costituisce coll'estremo posteriore la staffa e l' appendice stiloide, e collo estremo anteriore forma le piccole corna del ioide. Il 3.° arco branchiale costituisce il corpo e le grandi corna dell' osso ioide; ed infine il 4.° arco branchiale le cartilagini della laringe.

Gli *arti* s' incominciano a notare in circa al primo mese di vita intrauterina, come quattro tubercoli ai lati del tronco, i quali ben presto si allungano e presentano una piega ad angolo nel mezzo, piega che divide una porzione superiore cilindrica da un'altra inferiore slargata a mo' di paletta; quest'ultima poi verso la 8.ª settimana presenta quattro solchi longitudinali, che sono l'inizio degli spazii interdigitali. I *cinti omerali* e *pelvico* pare sieno produzioni della colonna vertebrale.

Sviluppo dei tessuti osseo, cartilagineo, connettivale e muscolare — Il *tessuto osseo* nella sua formazione può provenire: 1.° o direttamente dal tessuto connettivo, per metamorfosi dei corpuscoli di quest'ultimo, come le ossa larghe alla volta del cranio, 2.° o dal tessuto cartilagineo, come in tutto il resto delle ossa dello scheletro. Perchè la *cartilagine* si muti in osso deve subire tre fasi in tre periodi successivi: 1.ª vascolarizzarsi, 2.ª calcificarsi, e 3.ª ossificarsi. La vascolarizzazione consiste nello internarsi delle anse vasali dal pericondrio nello interno della cartilagine; queste anse accompagnate dal connettivo si sviluppano, investono la cartilagine, e poi depositano fra le cellule cartilaginee i sali calcarsi, formandovi un trabecolato o reticolato giallastro e duro; giunta a questo periodo la cartilagine dicesi *calcificata*. Alla calcificazione segue il riassorbimento della sostanza calcarea, operato dal sangue, e l'invasione del connettivo e dei vasi in tutti i punti della cartilagine; il connettivo penetrato così ed esteso nella cartilagine, i suoi corpuscoli ben presto si metamorfosano in cellule ossee (1), le quali prendono dal sangue il materiale opportuno per secregare la materia ossea intercellulare, che depositano allo intorno di sè medesime, rimanendo però tre sorta di lacune, una a canali per i vasi sanguigni (*canali di Havers*), una a piccole cavità ellittiche per le cellule ossee, e finalmente un'altra a mo'di sottilissimi canalicoli ramificati, estesi fra i canali aversiani ed i corpuscoli ossei, per la circolazione del plasma. Le cellule cartilaginee poi, rinchiuse negli spazii del tessuto osseo spugnoso, assieme a varie cellule di connettivo, subiscono la metamorfosi adiposa (*f.159.T.VI*).

La *ossificazione* procede in diverso modo a seconda le ossa del corpo; in generale si può dire che nelle ossa *larghe* incomincia con un sol punto centrale di ossificazione, che a poco a poco si estende radialmente fino alla periferia; nelle ossa *corte* invece vi sono più punti, che ben presto si fondono fra loro, e nelle ossa *lunghe*, come negli arti, vi sono d'ordinario tre punti di ossificazione per ciascun'osso, uno cioè per la diafisi e due per le epifisi.

Il *tessuto cartilagineo* comparisce ben presto nell'embrione; in principio risulta di cellule stivate fra loro, senza sostanza intercellulare, poi questa viene secregata dalle stesse cellule, le quali per ciò a poco a poco restano separate (*f. 160. T. VI*); la cartilagine embrionale ha una sostanza intercellulare che in principio è molto molle, tanto che con una leggiera pressione si disfa e lascia uscire tutte le cellule, poi s'indurisce e si modifica in modo da presentare tutte le varietà, che si conoscono nell'individuo adulto.

(1) *H. Müller* ammette che le cellule ossee provengano dalle cellule della *midolla ossea embrionale*, cioè cellule cartilaginee proliferate, rinchiuse nelle areole della cartilagine calcificata; di queste cellule alcune divengono oblunghe, stellate e si mutano in cellule ossee, mentre altre subiscono la degenerazione adiposa e restano rinchiuse come midolla fra le trabecole del tessuto osseo (*f.159.T.VI.*)

Digitized by Google

Il *tessuto connettivo* in principio è rappresentato da cellule embrionali rotonde, nucleate, con poca sostanza albuminoide intercellulare; poi le cellule cominciano a cacciare dei processi e divengono fusiformi o stellate, mentre la sostanza intercellulare si condensa e diviene fibrillare.

Il *tessuto muscolare* organico, cioè a fibre *lisce*, si sviluppa da cellule embrionali, nucleate, che a poco a poco si allungano e diventano fusiformi (*f. 161. T. VI*); le fibre *striate* del tessuto muscolare animale si sviluppano del pari da cellule rotonde e nucleate, ma queste ben presto divengono allungatissime, il loro nucleo si moltiplica, ed il protoplasma si dispone in modo da presentare l'aspetto striato (*f. 162. T. VI*). Secondo *Kölliker* le cellule embrionali, che dànno origine alle fibre del miocardio, sono stellate, e per ciò sviluppandosi debbono dar luogo alle fibre striate ramificate.

Sviluppo degli organi del senso — Per ciascun'organo del senso vi ha una parte fornita dall'apparecchio nervoso ed una parte fornita dalla periferia del corpo massime dal foglietto esterno.

Vista — Il nervo ottico emana per ciascun lato dalla parte anteriore del mesencefalo, in forma di una clava, che si avvanza sempre più verso il cavo dell'orbita, ed ivi giunta tocca colla sua faccia anteriore la membrana epidermoidale che ricopre la faccia. L'epidermide di questa regione, nel punto che tocca la clava ottica, forma un'accumulo di cellule, od un clavo, che a poco a poco crescendo verso lo interno, infossa la parete anteriore della vescicola cerebrale del nervo ottico, e di tanto fino a restarne compreso e rinchiuso. Questo nucleo epidermoidale (*f. 227. T. X*) chiuso nella capsula ottica deve costituire (per metamorfosi delle sue cellule la lente, e secondo alcuni, anche il vitreo; la vescicola invece emanata dall'encefalo col suo peduncolo deve formare il nervo ottico e la retina; allo esterno della retina il connettivo del foglietto medio costituisce la coroidea e la sclerotica. L'epitelio coroideale (strato pigmentoso) è una metamorfosi del primitivo epitelio interno della vescicola ottica; il connettivo della parte anteriore di questa vescicola, infossato nella stessa, secondo alcuni, per metamorfosi mucosa costituisce il vitreo. Molti vasi entrano nell'occhio allorchè si forma, e vi penetrano per la così detta *fessura coroideale*, che si trova come una piega infossata alla parte interna ed inferiore di ciascun'occhio; di questi vasi un'arteria si dirige allo innanzi sul cristallino, per fornirvi una capsula vascolare, la quale poi scompare presso l'epoca della nascita (i carnivori nascono ciechi per avere ancora la capsula vascolare attorno alla lente); altri vasi poi si spandono sulla retina, sono permanenti e servono a nutrirla (*f. 163. T. VI*).

L'orbita viene formata da un processo del 1.° arco branchiale che si eleva verso la regione frontale; le palpebre invece sono costituite da due ripiegature trasversali della cute innanzi al globo oculare.

Google

Olfatto — I nervi per questo senso emanano dal prosencefalo, o meglio dalla vescica che a mo' di gemma nasce da quest' ultimo; essi si adagiano sulle lamine laterali o cribrose dell' etmoide, che sono delicate e membranacee. Intanto nella faccia si sono già formate le due fossette delle narici, proprie sotto alla regione frontale, fossette che coi loro fondi ciechi diretti in alto ed in dietro vanno a toccare appunto le due clave nervose olfattorie; allora queste ultime cacciando in basso molti rami fanno sì che la mucosa del fondo delle fosse nasali si pieghi e si aggrovigli sopra sè stessa, e fra questi ripieghi appunto si spandono i nervi olfattorii; ossificandosi il connettivo sottomucoso di questa regione, costituisce appunto le masse laterali dell'etmoide. Le *narici* si formano molto fra loro discoste, e quasi sotto delle orbite, per l'incontrarsi di un processo mediano frontale colle estremità dei processi orbitali; ne risulta così una piccola cavità per lato, che si approfonda e si escava in alto ed in dietro, e viene poi divisa dalla cavità orale per lo svilupparsi dei processi palatini, come pure rimane divisa dalla compagna allorchè si sviluppa il vomere.

Udito — I nervi dell'udito emanano probabilmente come due clave dall'epencefalo; queste clave vanno ad incontrare verso lo esterno e per ciascun lato una vescichetta introflessa dalla superficie del corpo (*vescicola del laberinto*); questa vescicola per modifica delle sue pareti fornisce il vestibolo, i canali semicircolari, la coclea e l'acquedotto di Fàloppio; ed in tutte queste parti, massime nelle tre prime, si dirama la clava acustica. Il laberinto si separa interamente, coll' infossarsi, dalla superficie cutanea, e ne vien diviso da una gemma a fondo cieco che emana dalla retrobocca (*tromba di Eustachio*), gemma che allo esterno del laberinto costituisce la cassa del timpano, in cui restano compresi gli ossicini forniti dai due primi archi branchiali. Per formare il padiglione ed il condotto auditivo esterno, la cute emana nella *fossetta auditiva* un' infossamento tubulare diretto allò indentro contro la cassa del timpano, dalla quale però rimane separato mercè la membrana del timpano, che viene tesa in una cornice ossea propria (*cerchio timpanico*); il padiglione poi viene costituito da un rilievo o piega cutanea che si forma alla parte posteriore dell'apertura esterna del condotto acustico.

Gusto — La lingua si sviluppa come una papilla diretta allo indietro dal 1.° arco branchiale e che poi per lo sviluppo dei muscoli si riflette allo innanzi; alla sua superficie si formano le papille rilevate sulle terminazioni dei nervi tattili e gustativi.

Tatto — Nella pelle la sola epidermide proviene dal foglietto esterno, e tutti gli elementi del derma e del connettivo sottocutaneo si originano dal foglietto medio; nello strato papillare del derma terminano appunto i nervi tattili. Tutte le glandule della cute, compresa la mammaria, ed i follicoli

Digitized by Google

piliferi emanano dall'epidermide come appendici ed introflessioni della stessa (*f.164.T.VI*).

§ 1.° — *Sviluppo degli apparecchi digerente, respiratorio, uro-genitale e vascolare.*

Sviluppo dell' apparecchio digerente — Come nella faccia ventrale verso l' estremo cefalico si è formato l'*imbuto d'ingestione*, così all'estremo caudale si forma l' *imbuto di egestione*, per il ripiegarsi di questo estremo sotto del ventre. Fra questi due imbuti a fondo cieco decorre longitudinalmente nel corpo l' intestino primitivo il quale è un piccolo cilindro cavo, formato per la riunione dei bordi della doccia intestinale primitiva, e che si trova in comunicazione colla vescicola ombelicale mediante il dotto *omfalo-enterico*. Sviluppandosi in lunghezza l' intestino, presenta un' ansa sporgente a convessità anteriore, la quale viene ritirata e rinchiusa nell' addome allorchè la vescicola ombelicale si è del tutto atrofizzata; ben presto però la porzione cefalica dell' intestino incomincia a presentare una dilatazione fusiforme, (stomaco) disposta longitudinalmente, e la porzione caudale seguitandosi a sviluppare in lunghezza forma un' ansa fra l' estremo inferiore dello stomaco e l' estremo caudale dell' intestino, ansa per la quale la porzione pilorica va indietro, scende in basso, si porta verso destra e giunta a livello della fossa iliaca destra si riflette in alto, di poi giunta sotto del fegato si piega di traverso nell' addome tanto da raggiungere la regione splenica e di qua portarsi direttamente in basso; la porzione dell'intestino che rimane indietro in questo modo di sviluppo costituisce il *tenue*, laddovechè l' ansa trasversale anteriore rappresenta il *colon* (*f.234.T.X*).

I due estremi cefalico e caudale dell' intestino si pongono in contatto delle estremità a fondo cieco tanto dell' imbuto d' ingestione, che di quello di egestione, al contatto segue l' assottigliamento dei fondi ciechi e poscia l' erosione degli stessi, per cui l' estremità e l' apertura orale si pone in diretta comunicazione coll' apertura anale, ed entrambe le aperture sboccano liberamente nella cavità amniotica.

Il ventricolo primitivo non rimane fusiforme e verticale, ma sviluppandosi il gran fondo cieco, la faccia sinistra si porta in basso e la destra in alto, per cui il cardia rimane in alto, ed il piloro va a destra sotto del fegato,

L' intestino essendo costituito allo interno dal foglietto epiteliale organico, ed allo esterno dal foglietto, o meglio dalla pagina interna del foglietto motorio-germinativo, è naturale come la sua faccia esterna debba guardare la cavità pleuro-peritoneale; quest' ultima cavità è tapezzata da una sierosa (*endotelio*), da cui l' intestino rimane vestito e nel tempo stesso fornito del così detto *mesentere* (il tenue del mesentere, il ventricolo del mesogastrio, ed il colon del mesocolon). Cambiando ora di posizione lo stomaco e disponendosi orizzontalmente, riesce a rinchiudere dietro di sè una cavità (retro

cavità dell'epiploon), la quale si estende dietro dello stomaco, e si prolunga in basso nel grande omento, e nella quale si può penetrare soltanto da un'apertura che si trova sotto del fegato (canale del Vinslow). Sviluppandosi il colon trasverso, questo si dispone sotto del ventricolo, e si immette fra le due lamine posteriori del grande omento, di guisa che il colon nell'adulto poi tiene allo indietro una sola lamina peritoneale, ed allo innanzi tre lamine peritoneali, le due anteriori cioè della retro-cavità dell'epiploon, che scendono direttamente dallo stomaco, ed un altra allo indietro di queste, che tocca direttamente la faccia anteriore del colon (*f.235.T.X*).

Come *appendici* all'apparecchio digerente si notano la *lingua*, i *denti*, le *glandule salivari*, il *fegato*, il *pancreas*, e le *piccole glandule della mucosa intestinale*.

La *lingua* si sviluppa come una papilla alla faccia posteriore del primo arco branchiale; essa prima si dirige in dietro e poscia per lo svilupparsi del muscolo genio-glosso, si riflette colla punta allo innanzi.

I *denti* sono produzioni della mucosa orale, di cui mentre l'epitelio forma lo smalto, il connettivo fa l'avorio ed il cemento; queste sostanze riunite a mo' di un cappelletto si sviluppano dalla papilla dentaria, che è nel fondo dell'alveolo, il quale ultimo non è altro che un'infossamento della mucosa nell'arco mascellare (*f. 156.T. VI*); questi denti dopo la nascita vengono fuori al numero di 20, e diconsi *denti di latte*. Essi sono caduchi, e vengono a poco a poco sostituiti dai *denti permanenti*, i quali si sviluppano dallo estremo inferiore o più profondo della papilla dentaria, che viene anzi compreso dal dente come un bottone, tanto che la produzione dell'avorio, o meglio del cemento, giunge fino al fondo dell'alveolo in forma di radice del dente.

Le *piccole glandule* della mucosa orale, esofagea, gastrica ed intestinale si sviluppano per extroflessione della superficie epiteliale, la quale nei fondi ciechi presenta le cellule specifiche di secrezione (*f. 157. T. VI*), che sono in continuazione dell'epitelio di rivestimento dell'intestino.

Le *glandule salivari* ed il *pancreas* si sviluppano dapprima come un tubulino emanato dalla mucosa, il quale dividendosi e suddividendosi sempre centrifugamente, finisce per costituire i fondi ciechi dei tubulini di secrezione, che contengono le cellule specifiche a ptialina.

Il *fegato* si sviluppa ben presto come un bottoncino bilobato alla superficie del duodeno, bottoncino che a poco a poco ingrandendosi forma coi suoi due lobi le ali del fegato, le quali rimangono in comunicazione coll'intestino mediante il primitivo tubo epiteliale di extroflessione; il foglietto motorio germinativo fornisce ai fondi ciechi dei tubulini epatici il connettivo, i vasi ed i nervi necessarii per la secrezione, giacchè come lo sviluppo del fegato è precoce nell'embrione, così pure la sua funzione si stabilisce ben presto, trattandosi di formare emociti, e di eliminare dal sangue dei prodotti di media ossidazione, che debbono versarsi nell'intestino (bile).

Digitized by Google

Il fegato verso il 3° o 4° mese fino al 5° riempie tutto l'addome e nasconde il piccolo pacchetto intestinale; in seguito poi il fegato rimane della sua grandezza e l'intestino si sviluppa, stabilendosi così i rapporti convenienti fra queste due parti dell'apparecchio digerente.

La *milza* si sviluppa verso il 2.° mese fra le lamine del mesogastrio a sinistra; il suo blastema cellulare a poco a poco si vascolarizza, e poi molto tardi presenta gli acini di Malpighi.

Apparecchio respiratorio — È un'appendice della porzione d'ingestione del tubo digerente. I *pulmoni* si sviluppano come una piccola vescichetta extroflessa dalla porzione anteriore della faringe (1.° mese); questa vescichetta nel crescere si porta in basso ed in avanti, e si presenta bifurcuta, o meglio bilobata; ogni lobulo nel raggiungere la metà del petto corrispondente caccia delle gemme, e queste altre, fino a divenire come un'arborescenza, la quale crescendo sotto la lamina sierosa della cavità pleuro-perineale, ne rimane ricoperta (pleura).

Formatisi così i due pulmoni, che restano per un'unico tubo (trachea) in comunicazione colla dietrobocca, si compie la distinzione fra la cavità toracica e l'addominale, e ciò mediante il *diaframma*, i cui fasci carnosi sorgono dalla base della parete toracica ed a poco a poco si avvanzano centripetamente verso l'asse del corpo, ove restano congiunti da un centro tendineo, e così la cavità del torace viene nei mammiferi distinta da quella dello addome.

La *tiroidea* si forma per una escrescenza epiteliale, che ha luogo nella faccia anteriore della faringe, escrescenza che si extroflette allo innanzi, e che riesce così a comprendere con due lobi la trachea proprio sotto della laringe.

Il *timo* si forma nel connettivo che si trova innanzi dei grossi vasi del cuore; si presenta da prima costituito di due lobi, nei quali si formano tanti lobi secondarii a mo' di un'arborescenza, che restano tutti aderenti e comunicanti con un canale centrale lengitudinale e molto tortuoso, esistente in ciascuno dei due lobi.

Apparecchio urinario — La *vescica* urinaria si forma come una extroflessione od un diverticolo della parete anteriore dell'estremo caudale dell'intestino; essa nell'originarsi trovasi sotto del residuo dell'allantoide, cioè di quella porzione della stessa, che rimane chiusa nell'addome, e che nell'adulto costituisce l'uraco; l'apparecchio urinario adunque è un'appendice della porzione di egestione del tubo digerente. Gli *ureteri* sorgono come due bottoncini dalla vescica, i quali a poco a poco si allungano e si portano in alto verso i lombi, ove giunti terminano imbutiformi (pelvi renali) e poscia seguitano a dare altri bottoni (calici); da questi bottoni per ciascun rene sorgono tanti canalicoli sottilissimi, decorrenti

prima rettilinei e poscia flessuosi (canali uriniferi), che debbono coi loro estremi rigonfii comprendere i gomitoli vasali forniti dal foglietto medio. Il rene nel feto si presenta diviso alla superficie in tanti lobi (*renuncoli*), i quali poi dopo la nascita si appianano (*f.228.T.X*).

Sui reni, dal foglietto medio, si originano (verso la fine del 2.° mese) le *capsule surrenali*, le quali al principio sono molto grandi relativamente ai reni, e poscia alla nascita raggiungono il rapporto normale di grandezza.

Apparecchio genitale — Alla regione dorsale dell'embrione, ed alla faccia interna dei corpi del Wolff, cioè sui fondi ciechi dei tubulini trasversali degli stessi, compariscono le due glandule genitali neutre, le quali contengono nient' altro che lo stroma connettivale e vascolare delle future glandule genitali. Oltre al canale o condotto esterno del corpo del Wolff, si vede su questo decorrere un tubo terminato in alto da un piccola vescichetta chiusa, tubo che vien detto *dotto del Müller* (*f. 221. T. X*).

Tanto il corpo di Wolff che il dotto del Müller assumono diversa importanza nei due sessi, giacchè mentre nella femmina il corpo di Wolff rimane atrofico, e solo il dotto di Müller si sviluppa, nel maschio invece il dotto di Müller si atrofizza, ed il corpo di Wolff si sviluppa. I due dotti del Müller convergendo in basso si saldano fra loro, e poscia riuniti sboccano nell'alto dell'ampio sono uro-genitale, situato allo innanzi della porzione di egestione del tubo intestinale, e separato dallo stesso mercè il perineo.

Nella *femmina* il corpo di Wolff si atrofizza e rimane a costituire l'*organo del Rosenmüller* o paraovario, che è una piccola frangia, allogata fra le due lamine del legamento largo, invece il dotto del Müller si ingrossa, scoppia presso la vescichetta terminale, presenta un bordo sfrangiato, e costituisce così la tromba faloppiana; la riunione in basso dei due dotti dl Müller nella femmina forma l'utero e l'alto fondo della vagina.

Nel *maschio* il dotto di Müller si atrofizza, invece il corpo di Wolff si pone colle estremità interne dei suoi tubuli trasversali in contatto della glandula genitale; dai fondi ciechi di questi tubuli emanano per gemmazione altri tubulini, prima retti o poi flessuosi, che s'infossano nella glandula, raccogliendosi in particolari provincie (canali seminiferi). La porzione del corpo di Wolff, che rimane fuori della glandula genitale, costituisce l'epididimo, e quei pochi tubuli, che non partecipano alla formazione dell'epididimo, formano i vasi aberranti dell'Haller (*f.236.T.X*).

I testicoli così formati si allogano presso la regione lombare, ed i loro canali escretori, o dotti deferenti, che erano i canali escretori dei corpi del Wolff, in basso si saldano fra loro, costituiscono la prostata e l' utero mascolino, e poscia si aprono nell'alto del seno uro-genitale. Verso l'ottavo mese i testicoli si portano nella cavità del scroto; questa discesa ha luogo per un legamento (*gubernaculum testis*), che si estende tra il testicolo e l' anello inguinale interno, legamento elastico, che non segue nello sviluppo l'allon-

Digitized by Google

tanamento delle regione lombare dal pube, ma che rimane corto, e quindi tira il teste verso l'anello inguinale. Il testicolo coverto dal peritoneo scende su di una plica peritoneale a mo' di navicella, urta contro l'anello inguinale interno, spinge innanzi a sè un' altra lamina peritoneale (formandosi così la tunica vaginale propria) e si dirige a traverso il canale inguinale nella cavità dello scroto, e proprio nella saccoccia corrispondente del dartos, munendosi però prima di uno strato di fibre musculari striate (cremastere), che gli viene fornito dai muscoli piccolo obbliquo e trasverso addominale. Il canale, pel quale il teste è disceso, ben presto si salda, e così impedisce negli sforzi la caduta dei visceri nella cavità sierosa dello scroto.

I *genitali esterni* si sviluppano nel seguente modo. Dapprima al di sotto del tronco esiste un'ampia apertura (cloaca), in cui sboccano l'intestino alla parte posteriore, e la vescica coi dotti genitali in un diverticolo, detto seno uro-genitale, alla parte anteriore. Ben presto da un lato e dall' altro si avvanzano due processi, che incontrandosi nel mezzo costituiscono appunto il perineo, il quale divide l'apertura anale dall'apertura del seno uro-genitale. I due bordi laterali del seno uro-genitale s'ingrossano, nella femmina restano divaricati e formano le grandi labbra, e nel maschio si saldano in un rafe mediano e costituiscono le due saccocce dello scroto; contemporaneamente all'angolo anteriore della fessura del seno uro-genitale comparisce un'eminenza acuminata (promontorio), la quale alla faccia inferiore presenta una doccia ed ai lati due pliche rilevate; nella femmina la eminenza resta piccola (clitoride) e le due pliche divaricate (piccole labbra); invece nel maschio l' eminenza cresce e le pliche si saldano in un rafe inferiore, costituende così il pene, e l' apertura genito-urinaria per il saldamento inferiore viene ricondotta all' apice di quest' ultimo; allorchè quest'apertura non giunge all'apice, ma si arresta per via, costituisce il vizio della *ipospadia*.

Apparecchio vascolare — La circolazione nella vita embrionale e fetale comprende 4 periodi: 1.° Mancanza totale di apparecchio vascolare; 2.° Circolazione primitiva dell'area vascolare o della vescicola ombelicale; 3.° Circolazione allantoidea e placentare; e 4.° Cambiamenti della circolazione all'epoca della nascita

1.° — In questo primo periodo l'embrione sfornito di vasi, assorbe direttamente il materiale nutritivo della vescicola ombelicale, mediante il dotto omfalo-enterico (vitello embrionale).

2.° — Nel secondo periodo, cioè dell'*area vascolare*, si ha un sistema di circolazione semplicissimo, costituito da un cuore tubulare, il quale si sviluppa allo innanzi dello estremo cefalico dell'intestino primitivo e nella cavità pleuro-peritoneale; questo cuore si forma da un tubulo prima diritto e poi leggermente piegato, e presenta due estremi bifurcuti, uno superiore

arterioso ed uno inferiore venoso; dall'estremo arterioso si partono ad arco due arterie (aorte primitive), le quali si riflettono ai lati della porzione cefalica dell'intestino, la costeggiano, e poi giunte in basso nel punto donde emana il dotto omfalo-enterico, dopo aver dato molti rami all'intestino ed al corpo, ne escono per lo stesso dotto e vanno a formare una rete abbastanza estesa sulla vescicola ombelicale (*area vascolare*). Questa rete arteriosa si estende sul segmento superiore della vescicola ed è terminata da un seno venoso periferico, dal quale si dipartono altri rami, che anastomizzati fra loro formano una seconda rete venosa, estesa sotto della prima ed al di sopra della vescicola ombelicale. L'area vascolare adunque consta di due reti, una arteriosa che guarda l'embrione, e l'altra venosa che tocca direttamente la vescicola ombelicale, e ne assorbe il contenuto nutritivo. Il sangue di ritorno dall'area vascolare per due tronchi venosi, i quali penetrano nel corpo per lo stesso dotto omfalo-enterico, sbocca nella porzione inferiore o venosa del cuore (*f. 130. T. X*).

Tanto il cuore che i vasi primitivi si originano da cilindretti solidi, fatti da cellule disposte in più serie longitudinali, in cui ben presto ha luogo il differenziamento delle cellule periferiche o parietali vasali dalle cellule centrali o globuli ematici; queste ultime ben presto per assorbimento di liquido nei vasi cominciano a presentare un movimento di va e vieni, il quale si stabilisce poscia tutto in un senso allorchè i vasi divengono tutti pervii e le pareti del cuore si fanno alquanto robuste e contrattili; in tal caso il sangue (divenuto già rosso per metamorfosi pigmentale del contenuto delle cellule mobili, che in tale periodo sono nucleate, e si accrescono di molto in numero allorchè si forma il fegato, moltiplicandosi per segmentazione), contraendosi il cuore da dietro in avanti, o da sotto in sopra, il sangue viene spinto dal cuore nelle due aorte primitive e da queste nelle arterie del corpo, da queste altre nei vasi superiori ed inferiori dell'area vascolare, ed infine per le due vene omfalo-enteriche di nuovo raggiunge il cuore, ritornandovi, come ben s'intende, arricchito di materiale nutritivo preso per osmosi dalla vescicola ombelicale.

3.° — La *circolazione allantoidea* si ha allorquando l'allantoide si è di molto sviluppata e la vescicola ombelicale di molto impiccolita; in questo periodo bisogna notare lo sviluppo del cuore, lo sviluppo delle arterie e lo sviluppo delle vene.

Sviluppo del cuore — Il cuore primitivo è tubulare e diritto, poscia per la stessa spinta del sangue forma un ansa allo innanzi, in cui la parete anteriormente viene distesa e costituisce una saccoccia conica diretta allo innanzi; piegatosi così il cuore, esso si può distinguere in tre porzioni o dilatazioni, una cioè allo sbocco delle due vene (*porzione venosa*), una al cominciamento delle due arterie (*porzione* o *bulbo arterioso*) ed un'altra intermedia (*porzione ventricolare*), nella quale ultima è avvenuta appunto l'extroflessione

della parete anteriore (*f.229:T.X*). Ripiegandosi il cuore sopra sè stesso, si arriva al punto in cui la porzione venosa da basso si porta in alto ed in dietro, e la porzione arteriosa dell'alto si porta in basso ed in avanti; la porzione venosa cacciando lateralmente delle appendici (creste delle occhiette) riesce ad abbracciare il bulbo arterioso, che sta dinanzi. Le tre porzioni del cuore, venosa, ventricolare ed arteriosa, dapprima uniche, si dividono poscia per sepimenti mediani verticali ciascuna in due cavità. Dapprima nella porzione ventricolare, avente di già una forma conica, si avvanza un setto dalla parete posteriore-inferiore, il quale raggiunge incompletamente la parete anteriore superiore, rimanendo ivi un foro o lacuna, che verrà poi completato da tessuto tendineo. La porzione venosa per un setto incompleto, in continuazione del setto ventricolare, viene divisa anch'essa in due cavità dette *seni*, che restano fra loro in comunicazione (anche per un certo tempo dopo la nascita) mercè l'ampio *forame di Botallio*. Infine la porzione arteriosa si divide anch'essa nelle origini di due canali, aorta ed arteria pulmonare.

Sviluppo delle arterie — Dapprima nel corpo esistono soltanto le due aorte primitive, le quali si ripiegano ad arco sotto l'estremità cefalica, e ridiscendono poi a lato dell'intestino; ben presto queste due arterie si riuniscono nella porzione dorsale, formando ivi un'unica aorta, da cui emanano a preferenza le arterie per l'intestino, emanate tutte da un solo ramo detto arteria mesenterica.

Sviluppandosi la faccia, si allunga di molto la regione cervicale dell'embrione, e gli archi anteriori aortici allungati anch'essi si scambiano ciascuno fra le branche, montante e discendente, dei rami trasversali anastomotici, fino ad aversi per ciascun lato ben 5 archi arteriosi, i quali non si possono trovare tutti contemporaneamente, giacchè mentre si sviluppano gli inferiori, scompaiono i superiori, e si hanno così soltanto i 3 archi branchiali inferiori che rimangono pervii, e che di sotto in sopra vanno detti 1.°, 2.° e 3.° arco. Dal 3° arco branchiale, cioè il superiore, e proprio dal tratto di riunione interno fra il 3° ed il 2° emana la carotide comune, la quale con due branche, esterna ed interna, dà le carotidi profonda e superficiale. Dal 2° arco branchiale si origina trasversalmente e verso lo esterno la succlavia, la quale mentre a destra è fusa colla carotide nell'origine (a. innominata), a sinistra ne è separata, giacchè si diparte dallo esterno del 2° arco, che ivi costituisce l'arco permanente dell'aorta. Il 1.° arco branchiale infine, o l'inferiore, scompare a destra, ed a sinistra rimane pervio, estendendosi in tal modo fra la branca montante e la discendente dell'aorta permanente; questo 1.° arco dalla porzione in vicinanza del cuore spicca i rami pulmonari, e diviene a poco a poco vero tronco dell'arteria pulmonare, e nella sua porzione esterna, quella cioè che fa comunicare l'arteria, pulmonare coll'aorta (dopo che questa ha dato già i rami per la testa e per gli arti superiori) rappresenta il *dotto del Botallo* (*f. 131. T. X*).

Dall'aorta addominale emanano dapprima le due arterie omfalo-enteriche che si portano all'area vascolare, e che ben presto si atrofizzano collo scomparire della vescicola ombelicale; sviluppandosi invece l'allantoide, questa riceve due arterie precisamente dal ramo che dall'aorta andava all'intestino (arteria mesenterica); scomparsa la vescicola ombelicale, le due arterie allantoidee sviluppate costituiscono esse la continuazione e la bifurcazione principale dell'arteria aorta addominale; e quando l'allantoide, od una sua porzione si converte in placenta, le due arterie che vengono dalla placenta, che entrano per l'embolico, e che terminano nell'aorta, invece di allantoidee, diconsi *ombelicali*. Sviluppandosi gli arti inferiori, le due arterie iliache emanano dalle ombelicali, come due sottili ramoscelli; poscia nel feto a termine le due arterie ombelicali diventano alla loro volta rami delle iliache.

Sviluppo delle vene—All'epoca della circolazione dell'area vascolare esistono nel corpo soltanto le due vene omfalo-enteriche, le quali penetrate nell'addome, prima di raggiungere il cuore, ricevono una vena dall'intestino, detta *vena mesenterica*. In seguito si atrofizza la vescicola ombelicale, e si sviluppa invece l'allantoide, e l'unica vena allantoidea od *ombelicale*, che esiste, va appunto a sboccare, allorchè entra nell'addome per l'ombelico, nella vena mesenterica. Scomparendo la vescicola ombelicale, scompariscono le due vene omfalo-enteriche nel loro tratto fuori del corpo, ma nel loro tratto interno una vena si atrofizza fino al cuore, e l'altra a destra rimane pervia, raccogliendo prima di sboccare nel cuore la vena mesenterica, e per essa la v. allantoidea od ombelicale di molto sviluppata. Questa ultima, proveniente dall'allantoide, entrata nel corpo per l'ombelico, si unisce alla vena mesenterica (futura vena porta), decorre sull'intestino primitivo e si alloga proprio sotto del fegato, il quale si sviluppa rapidamente; la vena allantoidea, unitasi alla mesenterica, nel passare sotto del fegato, dà a quest'organo vasi adveenti e ne riceve vasi reveenti (il tronco venoso che decorre sotto del fegato tra i vasi adveenti ed i reveenti, dicesi *dotto venoso di Aranzio*), andando in ultimo ad aprirsi nella porzione venosa del cuore. Il sangue che viene dall'allantoide, e più tardi dalla placenta, per la vena allantoidea e più tardi ombelicale, passa sotto del fegato, e per il dotto di Aranzio raggiunge direttamente il cuore; invece il sangue venuto dall'intestino per la vena mesenterica (più tardi vena porta) è appunto quello che passa per i vasi adveenti e reveenti del fegato. La vena allantoidea od ombelicale, uscita da sotto del fegato, prima di raggiungere il cuore dà un rametto, che sviluppandosi sul lato destro della colonna vertebrale si dirige in basso, ed è la vena cava inferiore (*f. 132. T. X*).

Intanto nel tronco, sulla faccia interna della parete posteriore, si sviluppano longitudinalmente ben 4 tronchi venosi interessanti, due diretti in alto (vene giugulari), e due diretti in basso (vene cardinali); per ciascun lato del corpo questi due tronchi si uniscono fra loro, formando un dotto

trasversale diretto verso lo interno, che dicesi *dotto del Cuvier;* la riunione dei duo dotti del Cuvier, che si apre direttamente nella porzione venosa del cuore, costituisce la cava superiore, invece i due tronchi diretti in alto formano le v. giugulari comuni, e quelli diretti in basso formano a destra l'azigos ed a sinistra l'emiazigos.

Allorchè si stabilisce la circolazione placentare definitiva, la vena cava inferiore, che prima era ramo della vena ombelicale, diviene tronco della stessa, e la vena ombelicale, giunta per l'ombelico sotto del fegato, riceve la v. porta, e poscia mentre il suo sangue per il dotto di Aranzio si scarica nella cava, il sangue della v. porta va nei vasi adveenti, e poscia per i reveenti ritorna anch'esso nella cava inferiore, dopo aver fornito al fegato il materiale per la secrezione, e dopo essersi di molto arricchito di globuli.

Circolazione del feto prima della nascita, ovvero *Circolazione placentare* — Il sangue che torna dalla placenta, ricco di ossigeno e di materiale nutritivo è di colore rosso, scorre per la v. ombelicale, entra per l'ombelico, raggiunge il fegato, per il dotto venoso di Aranzio si scarica nella vena cava inferiore, e di qui nell'atrio destro. Il sangue giunto nell'atrio destro per la vena cava inferiore, passa all'atrio sinistro attraversando l'ampio foro di Botallio nel setto inter-auricolare, non potendo scendere nel ventricolo destro per la esistenza della valvola di Eustachio; dall'atrio sinistro il sangue vivificato scende nel ventricolo sinistro, e di qua passa sull'aorta e nelle arterie della testa e degli arti superiori (*f. 233. T. X*). Il sangue bruno della vena cava superiore scende direttamente dall'atrio destro nel ventricolo destro, e di qua passa nell'arteria pulmonare; però trovando ostacolo nella circolazione del pulmone (che è ancora atelectasico, cioè senz'aria), per il dotto di Botallo si scarica in gran parte nell'aorta. Il sangue dell'aorta discendente adunque è misto; esso scendendo in basso trova le iliache interne, e poscia le ombelicali, per le quali si avvia venoso, e quindi esce dal corpo, per andarsi a nutrire e respirare nella placenta, e tornare di poi arterioso per la vena ombelicale. Il funicolo ombelicale, a stato completo di sviluppo, consta di due arterie che portano sangue nero alla placenta, e di una sola vena che porta sangue rosso al feto; tutti e tre questi vasi, attorcigliati fra loro ed involti da molto connettivo mucoso, detto *gelatina del Warthon*, sono rivestiti da una tunica sierosa appartenente all'amnios).

4.°— Cambiamenti della circolazione del feto dopo la nascita—Nato il feto, si trova colla trachea e quindi coi pulmoni all'aria libera, allora per gli stimoli sulla pelle, per il cambiamento di temperatura, per l'elasticità del torace, per la gran copia di sangue nero che scende dalla testa nei pulmoni, e quindi per lo stimolo dell'ac. carbonico sulla periferia dei n. vaghi, non che sul midollo allungato, si stabilisce una prima, energica, profonda e violenta inspirazione. Assicuratasi la respirazione, si allaccia il funicolo ombe-

Digitized by Google

licale, e la circolazione prende a poco a poco il suo verso, come nella età adulta, rimanendo come avvanzi inutili varie parti dell'apparecchio vasale che avevano grande importanza nel feto; onde si ha la chiusura del forame di Botallo, l'obliterazione del condotto di Botallo, l'obliterazione del dotto venoso di Aranzio, e l'obliterazione infine della vena ombelicale e delle due arterie ombelicali.

APPENDICE

Gravidanza — Parto — Puerperio — Lattazione.

Gravidanza — È quel periodo della vita della donna, durante il quale nell'utero di quest' ultima (in condizioni normali) si sviluppa il novello essere.

La gravidanza dura nella donna 9 mesi solari, ovvero 10 mesi lunari, o pure 280 giorni in media; a capo dei 9 mesi il feto mediante il parto normale viene alla luce a stato completo di sviluppo; chè se vien fuori nei primi 6 mesi della gravidanza si dirà *aborto*, e se negli ultimi 3 mesi, si ha allora il *parto prematuro*; nel caso di aborto il feto non è vitale, invece nel caso di parto prematuro il feto d'ordinario è vitale.

La gravidanza tiene dei *segni speciali*, che si dividono in *presuntivi* e *sensibili*. I *segni presuntivi* sono: 1.° i disturbi della fisonomia e le macchie giallastre che compariscono sul volto; 2.° i disturbi nervosi, come eretismo, irritabilità, smania, susurri, capogiri, dolori, ec. (in alcuni casi poi si hanno deliquii, convulsioni, delirii, mania ec.); 3.° i disturbi digestivi, come inappetenza, nausea, vomito, flatulenza, stitichezza, incontinenza, ec.; 4.° i disturbi circolatorii, come concitamento dell'intero circolo, palpito, pulsazioni esagerate delle arterie, affanno, varici, edemi; e 5.° infine i disturbi nelle secrezioni, come la molta saliva, la frequente urinazione ec.

I *segni sensibili* poi sono: 1.° l'ingrandimento dell'addome nei suoi principali diametri, in cui si nota dapprima una sporgenza allo innanzi, e verso l'ultimo della gravidanza l'addome si presenta egualmente tumido con slargamento verso i lombi; 2.° l'ingrandimento dell'utero, che prima sporge sopra del pube, poi raggiunge l'ombelico, e poi lo sorpassa anche, portandosi col suo alto fondo fin nella regione epigastrica sotto dello stomaco, e spingendo in dietro ed ai lati le budella; 3.° la bocca dell'utero cambia di conformazione a seconda che la gravidanza procede, e diviene circolare ed a bordi tumidi, ciò che si riscontra col dito indice immesso in vagina; 4.° lo stesso dito immesso in vagina avverte nei mesi avvanzati il polso vaginale, prodotto dalle vene delle pareti della vagina, che ricevono il sangue direttamente e con grande impeto dalle arterie; 5.° la mancanza della men-

struazione la quale peraltro può qualche volta avverarsi anche nei primi mesi; 6.° le mammelle s'intumidiscono e dànno un po' di siero lattiginoso, come pure le glandule sebacee dell'areola s'ingrossano oltremodo; 7.° nell'urina si osserva alla superficie, alquanto tempo dopo la emissione, la così detta *kiesteina*, cioè una pellicola iridescente costituita sopratutto da muco decomposto, da epitelio, da fosfato ammonico-magnesiaco e da altre materie non bene determinate (p. 171); 8.° i movimenti attivi e passivi del feto, i primi si sentono come scosse, applicando le due mani fredde sull'addome della donna dal 4° mese in poi, ed i secondi si avvertono semprechè con manovre speciali si agita l'utero in modo da far rimbalzare il feto nel liquido amniotico; 9° infine l'ascoltazione fatta collo stetoscopio sull'addome della donna, lascia avvertire un soffio ritmico e sincronico al polso materno, ed un doppio battito di circa 130 pulsazioni al minuto primo; il primo è prodotto dall'entrata del sangue dalle arterie nei grossi seni venosi della placenta uterina, ed il secondo dal piccolo cuore del feto. Questi due ultimi segni sono *certi* e *decisivi* per la gravidanza.

Parto — D'ordinario la placenta si attacca all'alto fondo dell'utero, il quale all'ultimo della gestazione trovasi pieno di un gran sacco contenente il feto, e questo per il solo funicello ombelicale, esteso fra l'ombelico e la placenta, si mantiene in relazione colle pareti dell'utero, e proprio colla placenta materna. Il sacco che rinchiude il feto è costituito, dall'esterno all'interno, della decidua, del chorion villoso e dell'amnios, cioè il chorion sieroso, che mentre tapezza internamente gl'involucri fetali, si riflette sulla placenta, e seguendo i suoi tronchi va a vestire il funicolo ombelicale, e da questo si continua coll'epidermide del feto; fra quest'ultimo e il sacco amniotico trovasi raccolto un liquido sieroso detto *amniotico*, il quale oltre all'acqua ed ai sali contiene pure sostanze escrementizie e prodotti urici, evacuati dal feto. Il feto adunque nuota nel liquido amniotico, ed allorchè giunge a completo sviluppo, serba costantemente (nei casi normali) un'attitudine, cioè col dorso in basso ed in avanti poggiato di traverso sulle fosse iliache, e cogli arti raggruppati sulla faccia ventrale diretti in alto ed alquanto in dietro dell'utero; la testa è adagiata su di una delle fosse iliache (ordinariamente sulla sinistra), e perchè pesante trovasi ad un livello alquanto più basso del tronco.

Giunto il feto *a termine*, esso costituisce la principale causa stimolante per il parto, e la causa efficiente di quest'ultimo sono appunto le *contrazioni uterine* (doglie).

Nel parto, oltre ai *prodromi*, bisogna distinguere tre *periodi*, cioè: 1.° dilatazione dell'orificio uterino e formazione del sacco delle acque, che come cuneo, spinto in basso dalle contrazioni dell'utero, ne dilata l'orificio; 2.° rottura del sacco delle acque, fuoriuscita del liquido amniotico, ed espulsione graduata del feto, val dire prima la testa coll'occipite allo innanzi,

e poi il tronco col dorso verso sinistra; 3.° scollamento ed uscita della placenta fetale o *seconda* (*atto del secondare*). Tanto la formazione del sacco delle acque con la dilatazione dell' orificio uterino, che l' espulsione del feto e della placenta, sono prodotte da forti contrazioni uterine (*doglie*), aiutate da contrazioni dei muscoli addominali.

Puerperio — Espulso il feto, la donna entra in un nuovo periodo, che dicesi del *puerperio*, e che dura circa 30 a 40 giorni. Appena dopo il parto, circa 24 ore, si stabilisce la secrezione lattea con una reazione febbrile nella donna (*febbre lattea*) e con turgore ed iperemia nelle mammelle. Oltre alla secrezione lattea, nel puerperio bisogna notare la riduzione dei genitali allo stato ordinario, massime dell' utero, in cui la parete muscolare s' impiccolisce ed assottiglia per degenerazione ed impiccolimento delle sue fibre muscolari; e la mucosa decidua si sfalda, degenera, e cade a branelli, rimanendo nell' utero una vasta superficie suppurante, che ben presto per la rigenerazione dell' epitelio ritorna allo stato d'integrità normale; durante questo periodo della *restitutio ad integrum* vien fuori dai genitali feminei un liquido (*lochii*), prima sanguinolento, poscia sieroso, indi purulento, e finalmente mucoso.

Appena venuto fuori il feto dai genitali materni, si presenta ricoperto della *vernice caseosa*, prodotta dalle glandule sebacee della pelle, e che ha preservata quest' ultima dalla macerazione nel liquido amniotico; il feto ha il volto cianotico per l' accumulo di sangue nel capo durante il parto; esso appena uscito dà un vagito col quale si stabilisce la respirazione, la quale tiene ad un' azione nervosa di riflesso nel midollo allungato, prodotta tanto dall' accumolo di sangue venosissimo nei pulmoni, che dagli stimoli sulla pelle; allora il funicolo ombelicale si allaccia e la circolazione s' inverte. Il neonato infine succhiando nei primi giorni il colostro, questo opera da purgante, necessario per fargli evacuare dall' intestino il così detto *meconio*, cioè muco, epitelio macerato e bile, accumulata quest' ultima per tutto il tempo di vita intrauterina.

Lattazione — È quella funzione che si stabilisce nella donna dopo il parto, e per la quale il neonato riceve l' alimento necessario alla sua esistenza, e durante la quale d' ordinario la menstruazione non ha luogo.

La *glandula mammaria*, allorchè è sviluppata e funzionante, rappresenta una grossa glandula a grappolo, risultante di circa 15 a 24 grossi grappoli, riuniti come tanti raggi attorno ad un centro. Questi grappoli risultano di piccoli dottolini, terminanti in vescichette (*f.84.85.86.T.III*), le quali ultime constano di una membranella sottilissima all' esterno, e di un' epitelio pavimentoso o poliedrico allo interno. I piccoli dottolini riunendosi costituiscono i grossi dotti o *canali galattofori*, i quali risultano di una tunica connettivale allo esterno, ricca di fibre muscolari ed elastiche, e di un'epitelio

pavimentoso allo interno. Questi grossi dotti al di sotto dell'*areola*, prima cioè di aprirsi alla superficie del *capezzolo*, presentano delle varicosità dette *seni galattofori*. Finalmente tutt'i grossi dotti sboccano con altrettanti forellini alla superficie del capezzolo, il quale ultimo risulta da connettivo elastico, con fibre muscolari e con molti vasi sanguigni varicosi, per cui facilmente si può erigere.

La secrezione del latte si stabilisce dopo del parto; il primo latte che esce è molto ricco di acqua e di grasso, più contiene dei corpuscoli particolari gialli, granulosi, e dicesi in generale *colostro;* poscia si stabilisce la secrezione del vero latte, il quale al microscopio presenta globuli di emulsione di diversa grandezza (*f. 87. T. III*), granulazioni molecolari di caseina, e contiene in proporzioni convenienti gli albuminoidi (*caseina*), i grassi (*burro*), gl'idrati di carbonio (*lactosio*), ed i sali (*cloruri* e *fosfati*), per cui riesce un'alimento perfetto per il neonato. *Vernois* e *Becquerel* hanno fornito la seguente analisi centesimale *media* del latte di donna, ricavata da 80 osservazioni: acqua 88.90, sostanze solide 16.31, e di queste la caseina 3.92, il burro 2.66, il lactosio 2.36, ed i sali 0.13 (*Wundt*).

La produzione del grasso nella glandula mammaria avviene per metamorfosi adiposa dell'epitelio delle vescichette, ed il grasso formato viene poi emulsionato in un liquido alcalino albuminoso, filtrato direttamente dal sangue.

Costituito così il latte, la sua secrezione vien fatta dalla vis a tergo, dalla capillarità, dalla contrazione dei dotti galattofori, dalla contrazione delle fibre del capezzolo e dell'areola, ed infine dalla suzione del neonato.

Digitized by Google

APPENDICE

NUTRIZIONE DELL'ORGANISMO
BILANCIO DELLA ECONOMIA ANIMALE

La storia della *nutrizione dell'organismo* comprende cinque periodi:

1.° assorbimento e destino dei materiali d'introito;

2.° loro metamorfosi nell'atto dell'assorbimento e nel torrente della circolazione;

3.° essudamento del plasma nutritivo e metamorfosi dello stesso in contenuto cellulare;

4.° ossidazione del contenuto cellulare colle rispettive metamorfosi regressive;

5.° infine esito dei materiali inatti alla nutrizione.

L'*introito* che fa l'organismo è costituito dall'ossigeno per la via della respirazione, e poi dall'acqua, sali, albuminoidi, grassi ed idrati di carbonio per l'alimentazione.

Per mezzo della digestione s'introducono nell'organismo degli elementi minerali e degli elementi organici; gli elementi minerali, quali il solfo, il fosforo, il cloro, il silicio, il fluore, il calico, il sodio, il potassio, il magnesio ed il ferro penetrano per la maggior parte nell'economia allo stato di sali, disciolti nell'acqua e nei liquidi digestivi; i materiali organici poi (animali e vegetali) arrivano nell'economia, i grassi o come tali, o in emulsione, o saponificati, gli albuminoidi in forma di peptoni, ed i zuccherosi ed amilacei in forma di glucosio. Tutti questi materiali raggiungono il letto della circolazione sanguigna, traversano le pareti dei capillari, e vanno a far parte integrante dei tessuti; alcuni fra essi però compiono un certo ufficio anche nel letto della circolazione sanguigna, sopratutto subiscono un processo di ossidazione, e ciò è più facile e probabile per gli zuccherosi e per i grassi, anzichè per gli albuminoidi. Molte sostanze organiche però, come gli alcoolici, gli eterei, gli alcaloidi ec. si ossidano e si decompongono rapidamente nel torrente della circolazione, senza pervenire a far parte dei tessuti solidi.

I cangiamenti chimici che subiscono le materie alimentari dal momento che entrano nel canale digerente fino a quando escono per la via delle secrezioni ed esalazioni, sono incompletamente conosciuti; noi conosciamo bene soltanto i due termini estremi della serie, cioè da una parte la costituzione chimica dell'alimento e dall'altra la composizione dei materiali escreati, ma in quanto alle infinite gradazioni intermedie, queste si conoscono ben poco. L'albumina del sangue sembra essere il primo stadio delle

Digitized by Google

sostanze *albuminoidi* provenienti dall'alimentazione, cui seguirebbe per lieve ossidazione la fibrina, la globulina, e poi la miosina ec. A questi albuminoidi propriamente detti seguirebbero i gelatinosi, formati per un processo speciale di ossidazione, capace di realizzarsi soltanto in certi tessuti, e si avrebbe la gelatina, la condrina, la elasticina, la cheratina ec. Fra i derivati albuminoidei, ad un grado più rilevante di ossidazione, vanno poi annoverati i fermenti ed i pigmenti; e finalmente continuando l'ossidazione dei corpi azotati nel seno dei tessuti si dà luogo a poco a poco alle sostanze estrattive, od amidiche cristallizzabili, le quali ritornando nel torrente della circolazione, si ossidano ancora di più e facilmente, ed infine escono dal sangue per le secrezioni escretive in forma di prodotti urici. Durante la lunga serie di metamorfosi delle sostanze azotate una piccola quantità di azoto si separa dagli altri elementi e rimane libera nel sangue. Bisogna pure notare come alcune sostanze albuminoidi per mancanza di ossigeno in certe parti del corpo possono subire un processo di deossidazione, e dar luogo al glicogene e all'adipe.

Gli *zuccherosi* ed i *grassi* sotto l'introduzione incessante di ossigeno si ossidano sia nel sangue che nei tessuti, e vengono eliminati allo stato di acqua e di ac. carbonico, costituendo in tal modo la principale sorgente di calore animale, e preservando fino ad un certo punto dall'azione dell'ossigeno le sostanze proteiche dei tessuti. Allorchè poi gli amilacei o zuccherosi ed i grassi abbondano molto nell'alimentazione e non vengono ossidati in proporzione, l'individuo può aumentare di peso ed *ingrassare*, massime se è poco attivo, per deposito di adipe nel tessuto connettivo.

I *sali* alcalini e terrosi sono indispensabili nell'alimentazione, anzi si trovano naturalmente incorporati agli alimenti animali e vegetali (compresa l'acqua), che s'introducono. Il cloruro di sodio poi sveglia la fame e la sete, e favorisce di molto il lavorio nutritivo, tanto è ciò vero che gli animali, cui si dànno i cibi salati aumentano di peso relativamente a quelli, cui si somministrano gli stessi cibi senza sale.

L'*esito* che fa l'organismo, prescindendo dalle fecce, è rappresentato da sostanze altamente ossidate, cioè acqua, ac. carbonico, urea, ac. urico ec., e dalle secrezioni in parte od in tutto eliminabili, cioè bile, sevo, muco, materiali per la riproduzione ec.

L'*equilibrio* quantitativo e qualitativo fra l'introito e l'esito costituisce lo *stato perfetto* di un'organismo adulto; equilibrio pel quale il peso del corpo non viene alterato, e si mantiene lo stato di nutrizione conveniente. *Pettenkofer* e *Voit* sperimentando su di un cane potettero ottenere i seguenti risultati, in cui si nota la quasi eguaglianza fra gl'introiti e gli esiti. Il cane mangiava in 24 ore 1500 gram. di carne, ed assorbiva 477,3 gram. di ossigeno:

	C	H	Az	O	Sali		Totale
Ingesta	187.0	152.5	51.0	1566.4	19.5	=	1977.2
Excreta	184.0	157.3	51.1	1599.7	19.7	=	2011.8
	—3.8	+4.8	+0.1	+33.3	+0.2	=	+34.6

Da questo quadro si rileva come l'eguaglianza fra l'azoto ed i sali introdotti e l'azoto ed i sali escreati è quasi completa, come vi è un poco di carbonio ritenuto, e come l'idrogeno e l'ossigeno sono stati escreati in copia maggiore dell'idrogeno ed ossigeno introdotti, e l'eccesso può tenere agli stessi elementi previamente assorbiti.

L'*alimentazione* ha per iscopo di rimpiazzare esattamente le perdite dell'organismo, e di mantenere costante il peso del corpo, non che la composizione del sangue. La quantità dell'alimento viene determinata istintualmente da due sentimenti, l'*appetito* cioè e la *sazietà*.

La mancanza dell'alimento costituisce la *inanizione*, la quale si distingue in *acuta* se l'individuo trovasi messo a digiuno completo, ed in *cronica* se riceve un'alimentazione insufficiente per quantità o per qualità. I fatti principali che si avverano nella *inanizione acuta* sono i seguenti: 1.° grande diminuzione di attività e di energia in tutte le funzioni del corpo, massime nelle animali; 2.° grande scarsezza delle secrezioni, sopratutto escretive, 3.° diminuzione nella energia e frequenza dei moti respiratorii e cardiaci, onde scema di molto la ematosi ed il processo di ossidazione generale; 4.° grande diminuzione progressiva del peso del corpo, la quale è relativamente maggiore nei primi giorni della inanizione, anzichè negli ultimi, tranne che non vi fossero delle reazioni febbrili o convulsive, per le quali la diminuzione del peso aumenta tutto ad un tratto; 5.° diminuzione nella escrezione dell'urea (l'urina degl'individui inaniti è sempre limpida ed acida, a qualunque regime sieno essi abituati, giacchè tutti si nutrono a spese dei loro proprii tessuti, e per ciò sono tutti carnivori; infine dopo una diminuzione di peso del 40 p. 100 in circa (1) avviene la morte *per esaurimento*, la quale ha luogo più presto nei giovani che nei vecchi, nei magri che nei pingui, nell'inverno che nell'està, negli animali omeotermi che nei poechilotermi. Il fatto culminante però od il disturbo principale pel quale avviene la morte si è il grande raffreddamento del corpo, la cui temperatura può scendere fino a 10 e più gradi sotto del normale.

Le esperienze fatte da *Bidder* e *Schmidt* sopra un gatto che ebbe sol-

(1) In un'animale adulto, ben nutrito antecedentemente, la diminuzione di peso, al momento della morte per inanizione, può raggiungere quasi la *metà* del peso totale del corpo (*Wundt*).

Digitized by Google

tanto poc'acqua, e che morì nel 18.° giorno della inanizione, diedero i seguenti risultati in grammi:

Giorno progressivo d'inanizione	Peso del corpo	Quantità giornaliera di						Acqua d'urina e fecce
		Urina	Urea	Sali d'urina	Fecce recenti	Fecce secche	CO^2 espirato	
1.°	2464	98.15	7.903	1.276	3.66	1.24	13.90	91.39
6.°	2024	44.50	4.317	0.569	2.08	0.59	11.56	41.11
10.°	1717	34.91	3.274	0.476	4.15	1.28	10.52	34.03
15.°	1443	21.05	2.942	0.424	1.00	0.32	9.37	38.37
18.°	1267	13.11	0.756	0.120	1.02	0.31	6.07	12.94

Allorchè l'individuo inanito è prossimo a morire, è del tutto inutile somministrargli copioso pasto, dappoichè in questo stato estremo di deperimento manca ogni possibilità per digerirlo. Del pari un'animale inanito, cui si praticasse un salasso e gli si desse a bere il suo sangue, ovvero gli si facessero mangiare le proprie carni, morirebbe più presto che se venisse abbandonato a sè stesso, e ciò per il trauma, per la febbre reattiva ec.

Nel cadavere di un'individuo inanito le perdite subite dall'organismo si trovano ripartite pei diversi tessuti ed organi, su 100 parti, nel seguente modo:

Ossa	13.9	Cuore	2.6
Muscoli	30.5	Intestino (vuoto)	18.0
Fegato	53.7	Cervello e midolla	3.2
Reni	25.9	Pelle (e peli)	20.6
Milza	66.7	Tessuto adiposo	97.0
Pancreas	17.0	Sangue	27.0
Testicoli	40.0	Resto del corpo	36.8
Pulmoni	17.7		

(*Voit* su di un gatto).

La inanizione *cronica* o alimentazione insufficiente può essere tale o per la *qualità* o per la *quantità* dell'alimento. L'inanizione cronica *quantitativa* dà gli stessi effetti del digiuno, ma lentamente, cioè dimagramento, consunzione, debolezza ed esaurimento, e poi fa atticchire facilmente le malattie e le rende insuperabili. Invece la inanizione cronica *qualitativa* apporta diversi effetti secondo il genere di alimento che si sottrae; così è più perniciosa l'alimentazione senza albuminoidi, che quella senza idrati di carbonio, e questa a sua volta più nociva dell'alimentazione senza grassi ec.

La *quantità minima di alimento*, cioè quella quantità per cui il corpo non diminuisce, nè aumenta di peso si può conoscere in due modi: 1.° o

somministrando a un' individuo per un certo tempo una data copia di alimento, in modo che il peso del corpo rimanga costante, 2.° o pure mettendo un'animale a digiuno per 24 ore e pesando tutte le perdite, affine di dedurne il corrispondente rimpiazzo alimentare (1). Entrambi questi metodi presentano inconvenienti, giacchè non si può mettere a calcolo ogni piccolo movimento in più od in meno dell' individuo soggetto all' esperimento, cioè non si può limitare esattamente il consumo organico dello stesso, come d' altra parte un' animale nella inanizione trovasi in uno stato patologico, anzichè normale. È indubitato peraltro che il *minimum* della razione alimentare si raggiunge più presto negl' individui piccoli e giovani, e negl' individui abitualmente ben nutriti.

Il *minimum* di alimenti che un' uomo adulto consuma al giorno è di 3460 gram., di cui 110 a 130 gram. di materie albuminoidi, 84 gram. di grasso, 420 gram. di fecula, 30 gram. di sali e 2800 gram. di acqua (*Palladino*).

Da molti esperimenti di statica animale, fatti sull' uomo e sugli animali, si è visto: 1.° che il vero alimento riparatore dev' essere *perfetto*, cioè deve contenere tutt'i principii chimici che si perdono dal corpo, altrimenti si dà luogo ad una inanizione qualitativa (massimamente devo contenere almeno *una* parte di albuminoidi e *tre* parti fra grassi e feculacei, perciò il *regime misto* è il più conveniente per l' uomo); 2.° la sua quantità (relativa al corpo) è maggiore negli individui giovani che nei vecchi, giacchè i primi essendo più attivi soffrono maggiori perdite, e debbono di più accumulare materiali per l' accrescimento; 3.° la quantità dell'alimento negli individui piccoli (cani, gatti, bambini) dev' essere *relativamente* maggiore che nei grandi (cavallo, bue, uomo adulto), e ciò perchè i primi avendo una superficie di corpo più estesa relativamente alla massa, ed essendo d' ordinario più attivi, soffrono maggiori perdite dei secondi; in generale poi, come ben s' intende, la quantità *assoluta* di alimento dev' essere sempre maggiore per gl' individui di massa maggiore; 4.° la quantità dell' alimento nella età adulta dev' essere maggiore nelle femmine che nei maschi, e ciò perchè le prime debbono dare maggiore copia di materiale per la riproduzione; 5.° infine la quantità della sostanza riparatrice è varia pei diversi tessuti del corpo, rimanendo sempre maggiore pei tessuti che soffrono maggiori perdite, cioè per quelli (muscolare, glandulare, nervoso) nei quali la ossidazione è maggiore.

Il corpo di un uomo adulto pesa circa 70 kilogrammi ed è composto come segue:

(1) Giornalmente le perdite raggiungono il $^1/_{20}$ o $^1/_{28}$ del peso totale del corpo (*Palladino*).

Sangue estraibile coi salassi	3.00	kilogr.
Muscoli e loro annessi	31.00	»
Scheletro	12.40	»
Pelle	5.00	»
Grasso	12.00	»
Cervello	1.40	»
Visceri toracici	1.20	»
Visceri addominali	4.00	»
Kilogrammi	70.00	

Il corpo umano così costituito deve ricevere giornalmente la seguente massa nutritiva:

Sostanze albuminoidi	125	gram.
Sostanze amilacee	280	»
Sostanze grasse	80	»
Sostanze minerali	25	»
Acqua	2340	»
Gram.	2850	

Questo peso totale di elementi nutritivi può ottenersi, per esempio, mediante i seguenti alimenti:

Carne di bue	350	gram.
Pane	370	»
Latte	400	»
Pomi di terra	200	»
Burro	35	»
Acqua potabile	1500	»
Gram.	2850	

In tal caso gli escrementi saranno ogni giorno di 1800 gram., contenenti almeno 50 gram. di materie solide (*Huxley*).

Se un'individuo in luogo di adoperare la quantità normale di alimento perfetto, ne adopera una quantità *deficiente*, va soggetto, come si è detto, alla inanizione cronica quantitativa, consumando il suo corpo, sopratutto se le sue perdite restano costanti; invece se fa uso di una quantità di alimento *eccedente* di molto, in tal caso se le perdite restano costanti, il peso del corpo aumenta, se poi le perdite (per il lavoro) crescono in proporzione dell' au-

mento dell'introito, il peso del corpo rimane costante; finalmente se la quantità di alimento è straordinariamente grande, l'eccesso non viene digerito, ragionando perfino diarrea e vomito, e perciò non viene assorbito. L'uomo per mantenersi in uno stato conveniente di nutrizione bisogna che faccia uso di un'alimentazione *lievemente eccedente*, non solo per tenere in serbo un po' di materiale pronto ad ossidarsi nei casi di bisogno, ma ancora per fornire i prodotti per il mantenimento delle specie (sperma, uova, sangue menstruo, latte). Infatti se la *nutrizione* mantiene l'individuo, la *riproduzione* mantiene la specie; la riproduzione però dipende dalla nutrizione, e raggiunge la piena attività quando la prima trovasi al massimo rigoglio; così gli animali che più si nutrono sono quelli che forniscono più materiale per la riproduzione (1), e quanto meno il materiale nutritizio viene adibito per lo sviluppo di altre forze (lavoro muscolare, accrescimento), tanto più serve per la riproduzione (*Wundt*).

La quantità dell'alimento, e propriamente quella porzione che si assorbe, è *maggiore* della perdita nella infanzia per l'accrescimento del corpo; è pressochè *eguale* alla perdita nella virilità; ed infine è *minore* della perdita nella vecchiezza, e ciò massimamente per le cattive condizioni in cui si trova il tubo digerente. La riparazione adunque nel vecchio è incompleta, e sommandosi a poco a poco tutt'i *deficit*, che fa il suo organismo, va incontro ad un *deficit generale*, col quale non sono più comportabili le funzioni di innervazione, di circolazione e di respirazione (che rappresentano il *tripode della vita*), per cui a poco a poco si rallentano, e la loro cessazione, senza alcuna malattia determinabile, costituisce la *morte naturale*.

Dopo la cessazione della vita, le forze ordinarie del mondo inorganico, lungi dall'essere i servitori della impalcatura organica, come l'erano durante la vita, divengono i suoi padroni, e l'ossigeno resta il despota assoluto del cadavere (*Huxley*); le materie organiche complicate, si riducono, ossidandosi, a materie minerali molto semplici, quali l'acqua, l'ac. carbonico, l'ammoniaca e i sali; tutte le parti molli si spappolano, si corrompono, ed i loro derivati si spandono nell'aria, o sulla terra, rimanendo integro il solo scheletro, nel quale a poco a poco le influenze esterne distruggono la base organica, ed allora la massa terrosa friabile si riduce facilmente anch'essa in polvere (!); in tal modo tutt'i residui diffusi passano di nuovo ad organizzarsi in un vegetale, per servire di nutrimento ad altro animale, mantenendo così la più maravigliosa legge di statica mondiale.

Ora si domanda: in che differisce il *cadavere* dal *vivente?* — Che cosa è sparito? — Quale è la cagione di quella terribile immobilità?!

(1) Secondo *Leukart*, fatto eguale a 100 il peso del corpo dei diversi animali, il peso relativo del materiale annuo di riproduzione sarebbe: per gli uccelli 104, per i mammiferi 74, per gli artropodi 58, per gli anfibii 38, per i molluschi 32, e per i pesci 23.

Digitized by Google

Una volta si rispondeva: *la morte è la cessazione della vita;* oggi si risponde: *la morte è la cessazione nell' organismo di tutte le condizioni necessarie per lo scambio materiale e dinamico col mondo esterno;* e la cagione naturale inevitabile di questa cessazione è appunto lo *sciupo* degli organi per il loro esercizio.

FINE

516913

Digitized by Google

INDICE

PREFAZIONE. . . . . pag. 1

GENERALITÀ

§ 1° — *Definizione della Fisiologia — Suoi periodi storici* . . » 5
§ 2° — *Definizione dell' Organismo — Sue differenze dai corpi inorganici.* . . . . . » 8
§ 3° — *Differenze fra gli organismi animali e vegetali* . . . » 9
§ 4° — *Divisione della Fisiologia* . . . . . » 10
COMPONENTI CHIMICI DEL CORPO UMANO . . . . . » 11
ELEMENTI ANATOMICI DEL CORPO UMANO . . . . . » 25

PARTE PRIMA

FUNZIONI VEGETATIVE

CAPITOLO I.° — ALIMENTAZIONE.
§ 1° — *Generalità sugli alimenti e loro divisione* . . . . . » 35
§ 2° — *Alimenti semplici* . . . . . » 38
§ 3° — *Alimenti composti* . . . . . » 49
§ 4° — *Fame e Sete* . . . . . » 58
CAPITOLO II.° — DIGESTIONE.
§ 1° — *Struttura dell' apparecchio digerente e dei suoi annessi* . » 60
§ 2° — *Chimica della digestione — Secrezioni del tubo digerente* » 71
§ 3° — *Meccanica della digestione.* . . . . . » 85
§ 4° — *Riassunto generale della digestione* . . . . . » 90
CAPITOLO III.° — ASSORBIMENTO INTESTINALE.
§ 1° — *Struttura dell' apparecchio chilifero* . . . . . » 93
§ 2° — *Chilo intestinale e mesenteriale* . . . . . » 94
§ 3° — *Circolazione del chilo* . . . . . » 95

Digitized by Google

CAPITOLO IV.° — CIRCOLAZIONE.
§ 1° — *Anatomia fisiologica dell' apparecchio della circolazione sanguigna* . . . . . » 97
§ 2° — *Sangue—Esame microscopico e chimico—Sua quantità* . » 105
§ 3° — *Corso e direzione del sangue* . . . . . » 115
§ 4° — *Velocità e pressione del sangue nei vasi* . . . . . » 116
§ 5° — *Circolazione della linfa* . . . . . » 121
§ 6° — *Emapoiesi — Glandule sanguigne* . . . . . » 125
CAPITOLO V.° — RESPIRAZIONE.
§ 1° — *Anatomia fisiologica dell' apparecchio respiratorio pulmonare* . . . . . » 130
§ 2° — *Meccanismo della respirazione pulmonare* . . . . . » 135
§ 3° — *Chimismo della respirazione pulmonare* . . . . . » 139
§ 4° — *Teoria della respirazione pulmonare — Mancanza di ossigeno —Respirazione di gas eterogenei.* . . . . » 145
§ 5° — *Perspirazione o respirazione cutanea* . . . . . » 152
§ 6° — *Termogenesi e temperatura animale.* . . . . . » 154
CAPITOLO VI.° — SECREZIONE.
§ 1° — *Glandule — Loro prodotti — Classifica delle Secrezioni* . » 158
§ 2° — *Secrezione dell' urina — Apparecchio urinario* . . . » 160
§ 3° — *Urina — Sua secrezione ed escrezione* . . . . . » 163
§ 4° — *Secrezione del sudore* . . . . . » 174

PARTE SECONDA

FUNZIONI ANIMALI

CAPITOLO I.° — ELEMENTI NERVOSI E CONTRATTILI.
§ 1° — *Tessuto nervoso — Istologia e chimica* . . . . . » 178
§ 2° — *Proprietà fisiche ed animali del tessuto nervoso* . . . » 182
§ 3° — *Eccitamento del nervo* . . . . . » 195
§ 4° — *Tessuto muscolare — Istologia e chimica* . . . . . » 208
§ 5° — *Proprietà fisiche e fisiologiche del tessuto muscolare* . . » 212
CAPITOLO II.° — ORGANI DEI SENSI.
§ 1° — *Tatto* . . . . . » 227
§ 2° — *Gusto* . . . . . » 235
§ 3° — *Olfatto* . . . . . » 237
§ 4° — *Udito* . . . . . » 239
§ 5° — *Vista* . . . . . » 244

CAPITOLO III.° — ORGANI DEL MOVIMENT
§ 1° — *Anatomia fisiologica degli organi attivi e passivi della locomozione* . . . . . » 274
§ 2° — *Meccanica generale dell'apparecchio di locomozione* . . » 278
§ 3° — *Attitudini dell'apparecchio di locomozione* . . . . . » 285
§ 4° — *Movimenti coordinati per la locomozione* . . . . . » 288
§ 5° — *Voce e Parola* . . . . . » 294
CAPITOLO IV.° — APPARECCHIO NERVOSO.
§ 1° — *Midollo spinale e suoi nervi.* . . . . . » 304
§ 2° — *Midollo allungato e suoi nervi.* . . . . . » 313
§ 3° — *Cervelletto* . . . . . » 321
§ 4° — *Mesocefalo e cervello.* . . . . . » 323
§ 5° — *Gran simpatico — Rapporto delle funzioni vegetative coll'apparecchio nervoso* . . . . . » 330

PARTE TERZA

FUNZIONI RIPRODUTTIVE

GENERALITÀ SULLA RIPRODUZIONE . . . . . » 337
CAPITOLO I° — APPARECCHIO GENITALE.
§ 1° — *Apparecchio genitale maschile* . . . . . » 340
§ 2° — *Apparecchio genitale muliebre* . . . . . » 345
§ 3° — *Accoppiamento e fecondazione* . . . . . » 347
CAPITOLO II° — EMBRIOLOGIA.
§ 1° — *Abbozzo del corpo embrionale e suoi annessi* . . . . » 350
§ 2° — *Sviluppo degli apparecchi nervoso, di locomozione e degli organi dei sensi* . . . . . » 353
§ 3° — *Sviluppo degli apparecchi digerente, respiratorio, urogenitale e vascolare* . . . . . » 358
APPENDICE.
Gravidanza — Parto — Puerperio — Lattazione . . » 369

APPENDICE

NUTRIZIONE GENERALE DELL'ORGANISMO — BILANCIO DELLA ECONOMIA ANIMALE . . . . . » 373

Spiegazione delle Tavole. . . . . . » 381

Digitized by Google

ERRORI				CORREZIONI
p. 28	v.	12	trasperente	trasparente
» 31	»	18	*medio m*	*medio m'*
» 53	»	10	noceuiole	nocelnole
» 54	»	37	idrati di carbio	idrati di carbonio
» 55	»	29	lactasio	lactosio
» 74	»	12	amemica	anemica
» 76	»	34	*pessina*	*pepsina*
» 77	»	29	Brücke	(Brücke)
» 99	»	27	parte	parete
» 131	»	18	natrini	nastrini
» 154	»	11	di *CO*	di CO^2
» 180	»	42	e propagarlo	e propagato
» 189	»	31	è proprio	è propria
» 192	»	1	fisiologico	fisiologico e 4.° col galvanometro
» 193	»	34	dell'asso	dell'asse
» 210	»	42	tannico	formico
» 226	»	17	nelis fsringe	nella laringe
» 228	»	26	*f. 115*	*f. 113*
» 234	»	14	dei suo	del sevo
» 161	»	1	(*f. 69. T. VIII.*)	(*f. 69. T. III.*)
» 253	»	36	*v n* fino	*v u* fino
» 254	»	18	punto'u	punto *u'*
» 240	»	28	pel fatto due	pel fatto che due
» 241	»	15	ivi giunto	ivi giunta
» 278	»	14	e eha seda	e che se da
» 292	»	4	po in tal	poi in tal
» 315	»	34	profuse dell'emorragie	profuse amorragie
» 325	»	6	come fra	come fa
» 365	»	15	*f. 130*	*f. 230*
» 366	»	43	*f. 131*	*f. 231*
» 372	»	23	la sua secrezione	la sua escrezione
» 366	»	4	ereste delle oechietta	creste delle orecchiette
» 366	»	24	archi anteriori aortici	archi arteriosi aortici
» 368	»	21	passa sull'aorta	passa nell'aorta
» 362	»	14	cavità pleuro-perineale	cavità pleuro-peritoneale
» 355	»	21	a grandi all	o grandi ali
» 356	»	7	dello esterno cefalico	dello estremo cefalico
» 346	»	5	allo indietro	allo indentro

ATLANTE

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

ISTOLOGIA

TAVOLA I.

Fig. 1. Cellula animale — *a* membrana — *b* contenuto — *c* nucleo — *d* nucleolo.
» 2. Cellula poligonale dell'epitelio della bocca.
» 3. Cellula cilindrica dell'epitelio dello stomaco.
» 4. Cellula cilindrica a ciglia vibratili dell'epitelio della trachea.
» 5. Cellula cilindrica con cappelletto a poro-canali dell'epitelio intestinale.
» 6. Cellula calciforme dell'epitelio intestinale.
» 7. Cellula fusiforme dell'epitelio vasale.
» 8. Cellula dentata dello strato mucoso dell'epidermide.
» 9. Cellula stellata del tessuto connettivo.
» 10. Fibro-cellula muscolare.
» 11. Nemasperma.
» 12. Cellule senza membrana che hanno movimento amiboide — *a* cellula in riposo — *b* cellula che cambia di forma e caccia dei pseudopodii.
» 13. Cellula squamiforme senza nucleo, dello strato corneo dell'epidermide.
» 14. Ovulo della Talpa — *a* vescicola germinativa — *b* vitello — *c* membrana vitellina ispessita ed avente dei poro-canali.
» 15. Cellula adipifera con cristalli aghiformi di margarina.
» 16. Cellula esagonale, carica di melanina, dell'epitelio coroideale.
» 17. Riproduzione della cellula per scissione — (Corpuscoli ematici di un'embrione di Cervo) — *a* cellula — *b* cellula allungata in cui il nucleo incomincia a segmentarsi — *c* divisione del nucleo più avvanzata — *d* una cellula a due nuclei — *e* la membrana segue la divisione dal nucleo — *f* divisione completa della cellula in due.
» 18. Riproduzione per endogenia — Una cellula cilindrica del dotto coledoco dell'Uomo piena di corpuscoli di pus, formati dal suo nucleo, e prossima a disfarsi.
» 19. Riproduzione per gemme — Una cellula del disco proligero della Talpa, che si riproduce per gemme.
» 20. Schema anatomico dell'organismo umano — *x* sezione longitudinale — *y* sezione trasversale — *a* apertura d'ingestione — *c* apertura di egestione — *d* superficie dermica del corpo — *m* superficie mucosa — *i* foglietto interno — *m'* fo-

Digitized by Google

glietto medio — *e* foglietto esterno — *s* organo di senso — *r* appendice respiratoria — *u* appendice uro-genitale.

Fig. 21. Figura schematica del tessuto connettivo — *a* corpuscoli fissi del connettivo con processi canaliculari comunicanti — *b* cellule mobili — *c* sostanza intercellulare — *d* lacune o canali umoriferi.

» 22. Tessuto connettivo mucoso—*a* corpo vitreo di un'embrione umano—*b* gelatina del Wharton.

» 23. Connettivo compatto—Sezione longitudinale del tendine d'Achille di un piccolo feto umano.

» 24. Sezione trasversale dello stesso tendine — *a* sostanza intercellulare fibrillare— *b* corpuscoli fusiformi o stellati.

» 25. Connettivo trasparente — Sezione trasversale della cornea di un neonato — *a* lamine corneali—*b* corpuscoli fissi del connettivo.

» 26. Connettivo adenoide di un follicolo linfatico—*m* maglie del tessuto reticolare— *c* leucociti in diverso stadio di sviluppo ed in gran parte caduti.

» 27. Quattro cellule di connettivo adiposo riemplute da diversa copia di grasso.

» 28. Corpuscolo di connettivo pigmentato della coroidea.

» 29. Tessuto elastico — *o* fibre elastiche di varia grandezza — *s* membrana elastica sottile, risultante dalla connessione incompleta di molti nastrini elastici.

» 30. Epitelio stratificato della bocca all'apice di una papilla gengivale —*a* vasi della papilla — *b* cellule profonde cilindriche od ovoidali — *c* cellule superficiali pavimentose.

» 31. Glandula a grappolo della mucosa del palato molle.

» 32. Glandula pepto-gastrica — *a* condotto escretore comune tapezzato da epitelio cilindrico — *b* tubi o diramazioni dell' unico condotto, ripiene di cellule globose a pepsina, alcune delle quali in *d* sono per disfarsi.

» 33. Glandula muco-gastrica — *x* dotto escretore comune, tapezzato internamente, come le diramazioni secondarie, da epitelio cilindrico.

» 34. Glandula del Lieberkühn piena di epitelio cilindrico.

» 35. Due papille coniche della lingua —*x* senza epitelio—*y* con epitelio stratificato, le cui cellule superficiali *s* divengono filiformi.

» 36. Sezione longitudinale di un dente incisivo—*a* cavità dentaria—*s* avorio—*i* smalto — *c* cemento.

» 37. Avorio e smalto — *a* avorio coi suoi canalicoli — *s* smalto coi suoi prismi — *c* cuticola.

» 38. Cemento coi suoi corpuscoli stellati.

» 39. Sezione longitudinale della parete dell'intestino tenue—*v* villi —*g* glandule del Lieberkühn— *f* follicolo solitario dell'intestino — *m* muscolare propria della mucosa — *n* tunica nervea o sottomucosa — *c* strato di fibre muscolari circolari —*l* strato di fibre muscolari longitudinali—*p* peritoneo.

» 40. Sezione di un follicolo alla base della lingua — *c* cavità infundibuliforme della mucosa — *i* diversi follicoli nella parete della stessa.

» 41. Sezione di una tonsilla nell'uomo adulto — *s* saccocee o cavità della mucosa — La loro parete presenta una gran copia di follicoli linfatici.

» 42. Sezione di una placca del Peyer con quattro follicoli linfatici.

Digitized by Google

TAVOLA II.

Fig. 43. Schema del villo intestinale — *e* epitelio — *o* lacuna chilifera centrale, la quale mediante altre lacune più piccole *i* comunica con i processi della cellula epiteliali — *c* origine di un vasellino chilifero — *m* fibre muscolari longitudinali del villo.

» 44. Cellule epatiche dell'uomo — *a* cellula epatica ricca di grasso.

» 45. Tre acini epatici, ciascuno limitato dalla vena porta *v v* — *c c* diramazione della vena porta nell'interno degli acini — *o o o* origini delle vene epatiche o centrali degli acini.

» 46. Origine dei canalicoli biliari a fondo cieco nel centro dell'acino (secondo Schröder van der Kolk) — *c c c* canalicoli biliari a fondo cieco, pieni di cellule di secrezione e sboccanti nel seno biliare periferico a dell'acino.

» 47. Rete di capillari biliari *a a*, nelle cui maglie sono comprese le cellule epatiche *c c* — *v* ramo della vena porta.

» 48. Lembo di un lobulo del pancreas nel Coniglio — *o o* tubulini o digitazioni terminali, piene di epitelio di secrezione, circondate da una capsula di connettivo *c*, e divise da trabecole della stessa.

» 49. Cristalli di acido colico.

» 50. Cristalli di glicina.

» 51. Cristalli di taurina.

» 52. Cristalli di bilirubina, formati nel solfuro di carbonio.

» 53. Cristalli di colesterina.

» 54. Globuli di sangue umano — *a* globulo rosso visto di prospetto — *c* globulo visto di profilo — *i* globuli rossi addossati in forma di pila — *r r* globuli rossi durante un lento disseccamento — *e* globulo bianco del sangue.

» 55. Cristalli di emoglobulina dell'Uomo — *a* cristalli del sangue venoso — *i* cristalli del sangue della v. splenica.

» 56 Cristalli di ematoidina.

» 57. Cristalli di emina.

» 58. Sezione trasversale della parete di un'arteria di mezzano calibro — *i* tunica interna, costituita da un'epitelio semplice fusiforme *a*, e da una lamina elastica *b*, spesso fenestrata — *m* tunica media, costituita da uno strato *c* di fibre longitudinali elastiche da uno strato *d* di fibre circolari, muscolari ed elastiche, e da uno strato *s* di fibre elastiche disposte a rete — *ad* tunica adventizia formata di connettivo areolare, più compatto ed elastico verso lo interno, e nel quale decorrono i nervi vasomotori *n*, ed i vasa vasorum *c*.

» 59. Rete di capillari del pulmone di una rana (preparazione trattata col nitrato d'argento) — *cc* cellule della parete dei capillari — *nn* loro nuclei.

» 60. Corpuscoli della linfa — *a* corpuscolo allo stato naturale — *cs* apparizione del nucleo dopo l'azione dell'acqua — *n* nucleo diviso in molte parti dopo l'azione dell'ac. acetico — *i* nuclei liberi.

» 61. Sezione semischematica di una piccola glandula linfatica — *a* inviluppo esterno — *bb* sepimenti che dividono i follicoli linfatici corticali *cc* — *dd* vasi linfatici della sostanza midollare — *ea* vasi linfatici afferenti — *v* vase linfatico efferente.

» 62. Tiroide di un neonato — *a* vescicola glandulare ripiena di cellule — *vv* vesciche molto grandi, piene di liquido colloide e tapezzate da cellule — *xx* vasi linfatici.

Digitized by Google

Fig. 63. Parte superiore del timo di un'embrione di Porco di due pollici di lunghezza — *a* canale centrale in parte svolto e ricoperto di tubuli glandulari — *b* nuclei liberi contenuti nel canale del timo — *c* piccola cellula nucleata — *d* grossa cellula con goccioline di grasso — *xi* corpuscoli del timo circondati da capsule concentriche.

» 64. Capsula surrenale dell'Uomo—sezione della sostanza corticale — *a* involucro di tessuto connettivo colle sue trabecole dirette verso la sostanza midollare — *c* lacune glandulari allungate—*d* lacuna rotonde—*e* nucleo libero, *e bi* cellule contenute nelle lacune.

» 65. Arteria splenica — *a* tronco arterioso circondato da un seno linfatico — *cc* suoi rami piccoli circondati da tessuto adenoide — *ea* corpuscoli di Malpighi attaccati ai piccoli rami arteriosi.

» 66. Vena splenica —*a* tronco venoso— *c* ramuscoli venosi a parete incompleta, comunicanti colle correnti sanguigne della polpa splenica *x* — *v* stroma reticolato della polpa con i suoi elementi cellulari.

» 67. Sezione longitudinale della parete tracheale — *e* epitelio stratificato, cilindrico, vibratile—*x* mucosa—*c* cartilagine rivestita dentro e fuori di un pericondrio connettivale elastico ricco di vasi *ii*—*u* connettivo peritracheale—*o* glandula mucipara della trachea.

» 68. Due lobuli od infundibuli pulmonari *aa*, colle loro cellule od alveoli polmonari *vv*— *b* bronchino capillare — *o* pleura.

TAVOLA III.

» 69. Ramificazione di un canaliculo urinario nella sostanza midollare del rene.

» 70. Sezione della sostanza corticale e porzione della midollare del rene — *aa* rami dell'arteria renale – *ccc* glomeruli del Malpighi—*s* canalicoli retti — *o* canalicoli flessuosi.

» 71. Rapporti fra i rami arteriosi renali ed i canali uriniferi — *a* arteria renale — *r* arteria afferente – *a* arteria efferente — *o* glomeruli di Malpighi — *cc* rete capillare nutritizia fornita dall' arteria efferente — *x* capsule di Bowmann — *y* tubulino urinifero flessuoso.

» 72 Schema del tragitto di un canalicolo urinifero –*a* papilla renale —*b* superficie del rene—*c* limite fra la sostanza corticale e la midollare — *xxx* capsule di Bowmann—*iii* canalicoli contorti—*sss* canalicoli stretti dell'Henle — *ooo* canalicoli larghi, che con i primi formano le anse discendenti nella sostanza midollare — *vvv* tratti di comunicazione, pei quali molti canalicoli si riuniscono per formare un tubo di Bellini *h*.

» 73. Cristalli di urea.

» 74. Cristalli di nitrato d'urea.

» 75. Cristalli di acido urico.

» 76. Cristalli di acido ippurico.

» 77. Cristalli di cistina.

» 78. Cristalli di creatina.

» 79. Cristalli di creatinina.

» 80. Cristalli di ossalato di calce.

» 81. Cristalli di fosfato ammonico-magnesiaco.

Digitized by Google

Fig. 82. Glandula sudorifera — *a* epidermide — *r* strato papillare del derma — *c* strato reticolare dello stesso — *i* glomerulo della glandula — *o* dotto escretore nello spessore del derma — *x* dotto escretore nell'epidermide con decorso spirale.

» 83. Glandula sebacea — *a* fondo cieco con cellule che ne tapezzano la parete, e con cellule in metamorfosi adiposa che lo riempiono — *c* piccola cellula della parete della glandula con poco grasso — *i* cellula più voluminosa carica di grasso — *x* cellula piena di grosse gocciole adipose — *r* cellula con una sola a grossa gocciola di grasso — *cu* cellule da cui il grasso si è in gran parte eliminato.

» 84. Mammella — *a* lobulo preso nelle parti centrali della glandula mammaria di una donna dopo lo sgravo.

» 85. Tubulo galattoforo colle sue terminazioni a fondo cieco, dalla mammella di un'uomo adulto.

» 86. Vescicole glandulari *v* della mammella — *c* cellula di secrezione ricca di grasso.

» 87. Latte veduto al microscopio — *a* globuli del latte — *bb* corpuscoli di colostro.

» 88. Cristalli di zucchero di latte.

» 89. Tubulini nervosi - *ab* tubulini midollari — *c* tubulino amidollare — *o* tubulino midollare sottile divenuto moniliforme per l'accumulo della sostanza midollare in varii punti.

» 90. Tubulino nervoso midollare col cilindrasse sporgente.

» 91. Tubulino nervoso midollare che nel punto dove è spezzato lascia vedere il cilindrasse e la mielina che fuoriesce.

» 92. Tubulini nervosi nucleati, o fibre di Remak.

» 93. Cellula nervosa gangliionare apolare.

» 94. Cellula nervosa gangliooare unipolare.

» 95. Cellula nervosa gangliionare bipolare.

» 96. Cellula nervosa multipolare, presa dalla sostanza grigia cerebrale dell' uomo.

» 97. Cellula nervosa multipolare risultante dallo intreccio delle fibrille primitive di molti prolungamenti protoplasmatici, fra cui uno *a* va a costituire un cilindrasse.

TAVOLA IV.

» 98. Muscoli dell'uomo — *aaa* fibre muscolari striate — *cc* connettivo con cellule adipose.

» 99. Fibre muscolari striate del cuore umano ramificate ed anastomizzate.

» 100. Contenuto della fibra muscolare ridotto in dischi sovrapposti, dopo il trattamento coll'ac. cloroidrico.

» 101. Contenuto della fibra muscolare, che si presenta diviso in tante fibrille moniliformi, in seguito al trattamento coll'alcool.

» 102. Schema rappresentante una fibra muscolare striata costituita da *prismi muscolari i*, allineati in serie longitudinali e trasversali, con una sostanza che ne cementa le basi *c*, e con un'altra che ne riunisce le facce laterali o.

» 103. Due fibre muscolari (*a c*) dopo l'azione della soluzione di potassa; l'una *a* è ancora in comunicazione col suo fascio tendineo *x*, l'altra *c* ne è separata.

» 104. Tubulino nervoso o, che termina nella fibra muscolare striata *a* con una placca nervosa *x*.

» 105. Fibre muscolari lisce dell' Uomo.

Fig. 106. Cartilagine iallina.
» 107. Cartilagine fibrosa.
» 108. Cartilagine reticolata.
» 109. Cartilagine calcificata, cioè con depositi di granuli di sostanza calcarea fra le cellule cartilaginee.
» 110. Sezione longitudinale della sostanza ossea compatta — *cc* canali di Havers con gli sbocchi dei canalicoli ossei — *ooo* corpuscoli ossei muniti di canalicoli comunicanti fra loro e coi canali di Havers.
» 111. Sezione trasversale della sostanza ossea compatta—*c c* canali di Havers—*o o* corpuscoli ossei — *xx* lamelle ossee concentriche o proprie dei canali di Havers — *i* lamelle comuni.
» 112. Corpuscoli ossei *aa*, che si aprono coi loro canalicoli in un canale di Havers *x*, tagliato trasversalmente.
» 113. Sezione verticale della pelle dell'Uomo—*a* strato corneo dell'epidermide—*c* strato lucido — *e* strato mucoso di Malpighi — *o o* sbocchi di due glandule sudorifere — *x* derma — *ii* papille nervose del derma—*vv* papille vascolari—*u* ammassi di cellule adipose.
» 114. Papilla nervosa dell'uomo (dal polpastrello dell'indice) contenente un corpuscolo tattile del Meissner, nel quale penetrano i tubulini nervosi.
» 115. Corpuscolo di Krause della congiuntiva dell' Uomo.
» 116. Corpuscolo di Pacini — *o* tubulino nervoso, di cui il cilindrasse *x* penetra nel corpuscolo e termina in una massa rigonfia *a* — *cc* capsule concentriche con corpuscoli connettivali.
» 117. Epidermide dell' Uomo— *c* strato corneo — *l* strato lucido — *m* strato mucoso di Malpighi — *x* papilla del derma con un corpuscolo tattile.
» 118. Pelo dell'Uomo con radice e follicolo (fig. schematica)— *a* strato connettivale del follicolo pilifero—*s* guaina esterna della radice— *e* guaina interna della stessa (entrambe formate dall' epidermide introflessa) — *o* pelo con cuticola *v* — *x* bulbo del pelo, che comprende la papilla *i* —*s* strato corticale del pelo — *r* midolla del pelo.
» 119. Elementi cellulari del pelo—*a* cellule del bulbo—*c* cellule del pelo alla sua origine—*v* cellule della sostanza corticale—*x* cellula della cuticola.
» 120. Sezione trasversale dell' unghia col suo letto (fig. schematica) — *a* letto dell' unghia colle papille del derma — *cc* parte laterale ed orlo rilevato del letto dell'unghia—*se* strato di Malpighi—*ii* strato corneo dell'epidermide—*o* reticolo malpighiano dell'unghia penetrante fra le papille del derma — *x* massa corneа dell'unghia.

TAVOLA V.

» 121. Sezione verticale della mucosa olfattiva della Volpe — *B* cellule epiteliali cilindriche, fra cui sono frammiste le cellule nervose olfattive — *c* pigmento — *A* cellule dell'epitelio cilindrico vibratile della mucosa nasale respiratoria — *S* glandula mucipara a grappolo della regione respiratoria—*G* glandule di Bowman coi loro dotti escretori — *r* rami del n. olfattivo.
» 122. Cellule della regione olfattiva dell'uomo—*a* cellula epiteliale cilindrica, munita inferiormente di un processo canaliculare ramificato — *cc* cellule nervose olfattive coi loro bastoncini sporgenti.

Fig. 123. Otoliti, formati da carbonato di calce.

» 124. Cresta acustica delle ampolle della Raia — *a* cellule epiteliali — *b* cellule basilari — *c* cellule ovoidali col loro prolungamento superiore od esterno a mo' di bastoncino, e col loro prolungamento inferiore o profondo finamente fibrillare—*n* fibre nervose della branca vestibulare, che si terminano in *i* con cilindrassi ramificati e pallidi.

» 125. Coclea—sezione del setto fra le due rampe—*v* rampa vestibulare—*t* rampa timpanica—*m* rampa media—*o* setto osseo aderente al modiolo—*u* parete esterna della coclea — *a* membrana di Reissner o di Corti che divide la rampa vestibulare dalla rampa media — *d* membrana basilare elastica, che separa la rampa media dalla rampa timpanica—*n* membrana reticolare di tessuto connettivo—*k* cellule di Corti di natura connettivale — *z* cellule di Deiters, probabilmente di natura connettivale — *aa* grosse cellule rotonde il cui significato è ignoto — *x* fibra di Corti della prima serie — *y* la stessa della seconda serie—*a* tubulini acustici della branca cocleare — *r* cellule (di natura nervosa?) sottostanti al doppio ordine di fibre o denti di Corti.

» 126. Cornea — *a* tessuto connettivo trasparente — *c* membrana elastica anteriore munita di epitelio pavimentoso stratificato — *a* membrana elastica posteriore, detta di Descemet o di Demours, tapezzata da un semplice strato di cellule epiteliali.

» 127. Retina—*a* strato di bastoncini e coni — *b* membrana limitante esterna — *a* strato nucleare esterno—*d* strato intermediario—*a* strato nucleare interno—*f* strato finamente granuloso — *g* strato di cellule gangliionari — *h* strato delle fibre del nervo ottico — *i* membrana limitante interna — *o* fibre del Müller.

» 128. Strato di coni della foveola centralis.

» 129. Strato di coni e pochi bastoncini della macula lutea.

» 130. Strato di coni e molti bastoncini della regione media della retina.

» 131. Bastoncino con processo e con elemento dello strato nucleare interno.

» 132. Cono con la sua cellula corrispondente, munita di un processo con un'elemento dello strato nucleare interno, e comunicante con una cellula dello strato gangliionare.

» 133. Cellula dello strato pigmentoso della retina, munita di moltissimi prolungamenti filiformi, che s'internano nello strato di coni e bastoncini.

» 134. Un cono ed un bastoncino, fortemente ingranditi, poggianti sulla membrana limitante esterna; l'articolo esterno di questi due elementi si divide facilmente in dischi.

» 135. Fibre della lente cristallina a margine denteliato — *a* loro sezione trasversale.

» 136. Taglio trasversale della metà sinistra del midollo spinale dell'uomo — *a* canale centrale col suo epitelio—*b* solco anteriore—*c* solco posteriore—*f* commessura bianca anteriore—*h* commessura grigia posteriore—*o* grossa cellule del corno anteriore—*a* cellule piccole del corno posteriore—*r* radici anteriori—*x* radici posteriori—*y* fasci di tubulini della sostanza bianca spinale—*m* cordone anteriore—*l* cordone laterale—*p* cordone posteriore.

» 137. Impalcatura connettivale dei cordoni del midollo spinale, contenente le sezioni dei tubulini nervosi.

» 138. Grossa cellula gangliionare della sostanza grigia corticale del cervelletto—*a* tubo nervoso con le sue ramificazioni nella sostanza bianca—*b* nuclei col loro prolungamenti sottili riuniti a mo'di rete—*c* cellula gangliionare—*e* suoi prolungamenti periferici provvisti in parte di nuclei.

Digitized by Google

Fig. 139. Ganglio spinale di un mammifero — *a* radice anteriore di moto — *b* radice posteriore di senso — *c* ganglia contenente cellule unipolari, bipolari e multipolari — *nn* cordoni nervosi misti emergenti.

» *140.* Ganglio simpatico di un mammifero, contenente cellule apolari, unipolari, bipolari e multipolari, con tre cordoni nervosi emergenti.

TAVOLA VI.

» *141.* *Paramecium chrysalis* nei diversi stadii di riproduzione per scissione naturale.

» *142.* *Vorticella microstoma* — *a* individuo di fresca incistidato — *b* lo stesso in cui il nucleo si risolve in spore — *c* la proie *x* che diviene libera rimanendo vuoto il sacco embrionale.

» *143.* *Hydra fusca* fissata col suo piede sotto una lenticchia d'acqua — *a* individuo adulto — *b* gemma che incomincia a svilupparsi — *c* individuo prossimo a staccarsi dalla madre — *o* individuo di recente divenuto libero — *x* individuo strazzato con un filo affine di ottenerne la riproduzione per scissione artificiale.

» *144.* *Taenia echinococcus* — a destra si nota l'individuo intero a grandezza naturale — *b* proglottide feconda ingrandita in cui si nota il testicolo *x*, il pene *y*, e gli ovarii *m m m*, per dimostrare l'ermafroditismo completo.

» *145.* Vasellino spermatico di una provincia seminifera — *a* membranella munita di nuclei sparsi — *c* epitelio introstante — *x y* cellule spermatofore, che si risolvono in nemaspermi liberi.

» *146.* Sezione trasversale della parete del canale deferente — *a* epitelio cilindrico — *c* connettivo sottoepitaliale — *a* strato di fibre muscolari lisce longitudinali interne — *o* strato di fibre circolari medie — *n* strato di fibre longitudinali esterne — *s* connettivo avventizio.

» *147.* Sezione trasversale del pene — *a b* sezioni trasversali dei due corpi cavernosi del pene — *c* sezione del corpo cavernoso dell'uretra — *s* vasi dorsali.

» *148.* Arterie elicine del pene.

» *149.* Sviluppo dei nemaspermi — *a* cellula centrale del tubulino spermatico destinata a dare i nemaspermi — *b* la stessa col nucleo moltiplicato — *c* fase in cui i nuclei divengono ovoidali — *a* cellula spermatofora in cui il nucleo ovoidale presenta una porzione anteriore più grossa e più oscura, ed una porzione posteriore più acuminata e più chiara — *o* il nucleo si presenta convertito in un piccolo nemasperma, essendosi la porzione posteriore allungata a mo' di un filo — *v* cellula spermatofora contenente tre nemaspermi.

» *150.* Spermatozoidi maturi, costituiti ciascuno da una testa e da una coda.

» *151.* Sezione della sostanza corticale dell'ovario — *a* peritoneo — *c c c* ovocisti a diverso stadio di sviluppo — *o* ovocisti prossima a scoppiare, che sporge sull'ovario e che contiene la membrana granulosa *n*, il siero *s*, il disco ovoforo *x*, e l'uovo *u* — *y* ovocisti antica scoppiata da gran tempo — *v* corpo luteo recente, in cui si notano le cellule della membrana granulosa metamorfosate in grasso, oochè del pigmento ematico cristallizzato.

» *152.* Schema della ovocisti (follicolo di Graaf) — *a* peritoneo — *c* epitelio peritoneale introflesso e convertito in membrana granulosa *s*, ed in disco ovoforo *o* — *x* stigma — *v* ovulo — *y y* vasi perifollicolari.

» *153.* Uovo colle cellule del disco ovoforo.

Digitized by Google

Fig. 154. Uovo umano molto ingrandito — *a* membrana vitellina o zona pellucida — *v* vitello — *s* vescicola germinativa — *x* macula germinativa.

» 155. Processo di segmentazione del vitello *a b c*.

» 156. Sviluppo del dente — *a* papilla dentaria — *b* epitelio orale — *c* epitelio introflesso nell' alveolo per costituire lo smalto.

» 157. Sviluppo di una glandula da una superficie epiteliale.

» 158. Sviluppo della mammella — *a a a* gemme epiteliali che emanano da una massa centrale.

» 159. Sviluppo del tessuto osseo — a destra si nota la cartilagine calcificata con la rete calcarea e le cellule cartilaginee chiuse nelle sue aree — a sinistra poi si veggono i corpuscoli della midolla ossea che si metamorfosano in cellula ossee.

» 160. Corpuscoli della midolla ossea embrionale — a sinistra si notano cellule presso che simili a cellule embrionali, nel mezzo cellule ripiene di adipe, che si mutano in elementi della midolla dell' osso, ed a destra elementi che si rendono oblunghi, stellati, e divengono corpuscoli di connettivo, per metamorfosarsi poi in cellule ossee.

» 161. Sviluppo del tessuto connettivo — si notano cellule embrionali rotonde, oblunghe, e corpuscoli connettivali adulti.

» 162. Cellule embrionali che allungandosi divengono fibre muscolari lisce.

» 163. Sviluppo delle fibre muscolari striate — in sopra una cellula fusiforme molto allungata con due nuclei, e con una incipiente striatura — nel mezzo l' estremità di una fibra più avvanzata nello sviluppo con molti nuclei e con striatura più marcata — ed in basso l' estremità di una fibra striata sviluppata, con nuclei moltiplicati e disposti in serie.

» 164. Sviluppo delle fibre della lente cristallina.

» 165. Epidermide primitiva dell' embrione con tre soli strati di cellule.

FISIOLOGIA SPERIMENTALE

FUNZIONI VEGETATIVE

TAVOLA VII.

» 166. Cannuletta di argento per le fistole salivare e pancreatica.

» 167. Cannula di argento per la fistola gastrica — *c* cannula di cui il disco *s* rimane nello stomaco, ed il disco *i* rimane allo esterno dello addome — *x* tappo a vite, che si toglie dalla cannula semprechè si vuole ottenere il succo gastrico; e che porta un' uncinetto al quale si appendono le materie da essere digerite.

» 168. Fistola intestinale secondo Thiry — *a* parete addominale — *c* ansa intestinale staccata dal resto dell' intestino, chiusa nell'estremo o, e fissata aperta alla parete addominale coll'estremo *x* — *i* e intestino con la cicatrice circolare *v*, risultante dalla riunione dei monconi cefalico e caudale dopo la escissione dell' ansa — *m* mesenterio.

» 169. Valvula ileo-cecale, o di Bauino — *i* ileo — *c* cieco — *v* colon ascendente. La valvula *x y* permette il passaggio del materiale soltanto dall' intestino tenue nell' intestino grosso.

Digitized by Google

Fig. 170. Schema generale della circolazione sanguigna — *c* cuore — *v v* ventricoli destro e sinistro — *o o* aeni destro e sinistro — *x y* valvule cuspidali — *a a* valvule a saccoccia alla origine delle due arterie — *m* arteria aorta — *s s* diramazioni arteriose per le parti superiori ed inferiori del corpo — *l f* capillari del corpo — *xx* vene che si originano dai capillari delle parti superiori ed inferiori del corpo — *u* vena cava superiore — *n* vena cava inferiore — *b* arteria mesaraica — *d* vena porta — *g* arteria epatica — *q* vena epatica — *r* fegato — *t* intestino — *w* arteria pulmonare — *p* pulmone — *v'* rete capillare pulmonare — *x'* vena pulmonare — *s'* tronco linfatico, che versa nel sangue sia la linfa delle parti superiori ed inferiori del corpo *o' u'*, sia il chilo *c'* dell' intestino. Il sangue arterioso che si trova nel ventricolo sinistro del cuore *v*, viene spinto nell' arteria aorta *m*, si spande nelle arterie periferiche del corpo *s s*, passa nelle piccole arteriole, e finalmente arriva nei capillari del corpo *f l*, ove subisce lo scambio nutritivo e respiratorio coi tessuti, diviene venoso e si avvia per le piccole vene. Il sangue venoso scorre per le piccole, per le media e per le grosse vene *a a*, si mescola alla linfa ed al chilo *s'*, e mediante le due vene cave *n u* sbocca nel seno destro o del cuore; per la contrazione del seno destro il sangue viene spinto nel sottostante ventricolo destro *v*, il quale contraendosi lo spinge per l' arteria pulmonare *w* nella rete capillare del pulmone *v'*; ivi il sangue in contatto dell' aria da venoso diviene arterioso, e poi mediante le vene pulmonari *x'* ritorna al cuore nel seno sinistro *o*; la contrazione di quest' ultima cavità spinge il sangue arterioso nel sottostante ventricolo sinistro *v*, e quest' ultimo poi lo spinge nell' arteria aorta *m*. Il sangue dai due ventricoli del cuore non può rimontare nei due soprastanti seni, standovi le valvule cuspidali *x y*; come pure il sangue che ha raggiunto le due grosse arterie non può rifluire nei due ventricoli del cuore per la esistenza delle valvule a saccoccia *c c*; finalmente il sangue venoso che ha raggiunto i tronchi delle vene non può ritornare nelle radici per le valvule a saccoccia *a' a'* delle vene.

» *170.'* Circolazione nella membrana natatoria della Rana; i globuli rossi ellittici sfilano nell' asse del vase sanguigno, ed i leucociti vanno lentamente rasentando le pareti.

» *171.* Metà del cuore mostrante la disposizione delle valvule — *v* ventricolo — *o* aeno — *u* valvule cuspidali trattenute dai tendini dei muscoli papillari *i i*, che si fissano alle loro facce inferiori — *x* arteria colle sue valvule a saccoccia *c*.

» *172.* Base del cuore veduta da sopra — *o o'* ostii atio-ventricolari — *a a'* ostii arteriosi — *s* valvula tricuspidale — *c* valvula bicuspidale — *i* valvule a saccoccia dell' arteria pulmonare — *e* valvule a saccoccia dell' arteria aorta — *x y* arterie coronarie.

» *173.* Sezione trasversale dei ventricoli del cuore — *a* ventricolo destro con parete sottile — *c* ventricolo sinistro con parete molto spessa.

» *174.* Sfigmografo di Marey — *m* molla terminata da un bottone *o*, che si adagia sull' arteria radiale, la quale pulsando fa elevare la vite *v* e con essa l' asticina leggiera *x* — *s s* piano che si muove secondo la freccia mercè un ingranaggio *i*; sul piano trovasi una lista di carta bianca rasata ed affumicata, sulla quale muovendosi la punta dello stiletto *x*, traccia una linea ondulata, corrispondente al polso arterioso — *n* vite che serve a calcare dolcemente la molla sull' arteria.

» *175.* Grafici di polso ottenuti collo sfigmografo — *n* polso normale, in cui si nota

pure un leggiero dicrotismo — *g* polso grande — *p* polso piccolo — *f* polso frequente — *r* polso raro — *c* polso celere — *t* polso tardo.

Fig. 176. Emodrometro di Volkmann — *a* posizione dei rubinetti, per la quale il sangue è costretto ad attraversare il tubo dell' emodrometro secondo *i o v* — *c* posizione dei rubinetti, per le quale il sangue va diritto dal moncone centrale *s* al moncone periferico *x* dell' arteria.

» *177.* Emodrometro che suole adoperare Albini nella scuola — *a* tubo di caotchouc lungo un metro pieno di soluzione di carbonato di soda — *c* tubulino di vetro terminato ad oliva, che s' introduce nell' arteria coll' estremità rivolta verso il cuore — *x* tubulino di vetro ad angolo, pel quale si vede uscire il sangue, dopo che ha percorso l'emodrometro; quest' ultimo tubulino di vetro dovrebbe essere anch'esso ad olive per introdursi nell'estremo periferico dell' arteria recisa, onde evitare la pressione atmosferica, ma ciò complica e rende difficile l'esperimento.

» *178.* Emataromotro di Vierordt — *a* parete trasparente della cassetta — *c* pendolo interno che oscilla sul quadrante — *v* tubo al quale si connette il moncone centrale dell' arteria — *x* tubo che si unisce al moncone periferico della stessa arteria — *i* apertura per la quale si versa la soluzione di carbonato di soda, onde impedire la coagulazione del sangue.

» *179.* Schema, che dimostra l' ampiezza relativa delle diverse sezioni dell' apparecchio circolatorio — *a* cuore — *v* albero arterioso — *c* albero venoso — *i* letto dei capillari.

» *180.* Kimografo di Ludwig — *m* manometro a mercurio ad aria libera (secondo Poiseuille) — *c* branca che si connette all' arteria mediante il tubo *x* di caotchouc — *s* branca libera del manometro — *i* galleggiante sul mercurio, che sostiene un asticella leggiera *n*, cui è congiunto ad angolo retto un pennello *y* — *oo* cilindro che gira sul suo asse verticale secondo la freccia mercè un congegno di orologeria *v* — *es* grafico della pressione del sangue tracciato dal pennello sulla carta che riveste il cilindro, la quale è divisa in millimetri, il cui numero percorso dal pennello nel salire indica appunto la pressione del sangue; le grosse curve indicano le variazioni di pressione per la respirazione, e le piccole curve le variazioni per i movimenti del cuore — *o'* espirazione — *o'* inspirazione — *s'* sistole — *v* diastole. In *w* si nota un tubo alla Ludwig innestato ad angolo retto sull' arteria.

» *181.* Kimografo di Fick, consistente in un tubo metallico, a sezione ellittica, piegato a *C*, l'estremo inferiore fisso è aperto e mediante un' altro tubo flessibile si congiunge all' arteria, invece l' estremo superiore libero è chiuso e mediante un congegno di leve si unisce ad un indice *i* il quale traccia sul cilindro del Kimografo tutt'i movimenti del tubo, dipendenti dalle oscillazioni della pressione del sangue (e linee punteggiate indicano un' aumento di pressione).

TAVOLA VIII.

» *182.* Apparecchio della circolazione linfatica — *cccc* linfatici del corpo, che a destra si riuniscono nella gran vena linfatica *a*, la quale si apre nella vena succlavia destra alla sua riunione colla vena giugulare, ed a sinistra si riuniscono nel dotto toracico *uu*, il quale si apre nella vena succlavia sinistra nel punto omonimo — *ii* intestino da cui si originano i vasi chiliferi, i quali passano per le

glandule mesenteriali *oo*, e mediante il tronco chilifero *x* si sprono nella cisterna di Pequet *p* — *s* cavità sierosa tapezzata internamente da endotelio e comunicante coi vasi linfatici.

Fig. 183. Schema di Hamberger, coi quale si vede come i muscoli intercostali esterni sieno inspiratori, e gl' interni espiratori — *an* due costole abbassate — *ao* due costole elevate; si nota come nella elevazione delle costole i muscoli intercostali esterni *s s* si accorciano, e gl' interni *i i* si accorciano invece nello abbassamento delle costole.

» 184. Anapnografo di Bergeon e Kastus — *a* tubo pel quale si respira — *c* cassetta alla cui parete anteriore trovasi una valvola *v* mobile, che segue tutt'i movimenti della colonna d'aria, e che mediante un lungo indice *x* li traccia su di un tamburo girante sull'asse orizzontale *ss*.

» 185. Spirometro di Hutchinson — *aa* vase cilindrico pieno di acqua — *cc* campana cilindrica raccomandata a due corde, che girano su due carrucole *ea* e che terminano con due contropesi *oo* — *i* tubo pel quale si espira, e l'aria espirata si raccoglie in *x* fra la superficie dell' acqua ed il fondo della campana — *r* rubinetto per tenere imprigionata l'aria ed elevato lo spirometro — *s* scala graduata che indica in centimetri cubici il riempimento della campana — *v* rubinetto che permette l' uscita dell' aria dallo spirometro onde disporlo ad un novello esperimento—*z* rubinetto pel quale si dà uscita all'acqua.

» 186. Apparecchio di Regnault e Reiset—*a* campana di vetro chiusa nella quale si pone l' animale su di una graticola di legno insieme all' alimento — *cc* cilindro di vetro nel quale si versa acqua calda o fredda secondo che la temperatura interna della campana, indicata dal termometro a, diminuisca od aumenta—*i* manometro a mercurio ad aria libera, che indica la pressione interna della campana—*m* pallone pieno di gas ossigeno, destinato quest'ultimo ad entrare nella campana semprechè la pressione diminuisce, ed il gas viene scacciato dal pallone (o meglio da una serie di palloni) mercè una soluzione di cloruro di calcio, che si fa scendere da una vasca *n* — *ra* due pipette raccomandate ad un bilanciere *a*, le quali oscillano alternativamente; una pipetta è piena di soluzione di potassa caustica, e mediante un tubo flessibile *u* comunica coll'altra pipetta, per cui elevandosi versa in quest'ultima il liquido, ed essa ne rimane vuota; gli estremi superiori delle due pipette mercè due tubi comunicano colla parte superiore ed inferiore della campana; essendosi come si vede nella figura, abbassata la pipetta *v*, la pipetta *r* si vuota di liquido e si riempie invece di aria della campana, ma abbassandosi la pipetta *r*, la potassa assorbe tutto l'acido carbonico ed il vapore acqueo che si trovano in quella porzione di aria della campana, e così di seguito, conservandosi in tal modo costante nella campana la pressione, la temperatura e la composizione dell'aria.

» 187. Apparecchio di Ludwig per raccogliere i gas della respirazione — *a* imboccatura per la quale si respira — *c* tubo che porta l'aria di inspirazione — *i* tubo per l' aria di espirazione; il po' di liquido contenuto nelle due bocce impedisce la penetrazione dell'aria esterna pel tubo *i* e la fuoriuscita dell'aria di espirazione pel tubo *c*.

» 188. Valvola pneumo-idraulica di Palmeri, che raggiunge lo stesso scopo dell' apparecchio di Ludwig — *a* imboccatura per la quale si respira — *o* tubo a *T*, che comunica con due tubi ad U *r s*, l'uno che permetta l'uscita della colonna di aria, e l' altro l' entrata. L' apparecchio di Ludwig è più semplice e facile a congegnarsi, a presenta la divisione delle due correnti d' aria fino alla

bocca. Tanto nell'uno che nell'altro apparecchio la branca di espirazione si può far comunicare con un contatore di gas, e quindi con l'ac. solforico e con la potassa, e la branca di inspirazione con l'aria atmosferica o con un qualunque altro gas.

Fig. 189. Pompa a mercurio di Ludwig per estrarre il gas dal sangue — *a* grossa pipetta piena di mercurio, la quale mediante un tubo flessibile è comunica con un bicchiere *c*; è naturale che elevandosi il bicchiere tutta la pipetta sarà piena di mercurio, ed abbassandosi si avuoterà — *v* rubinetto che fa comunicare la pipetta coll'eudiometro o mercè il tubo *i* — *s* rubinetto che pone in comunicazione la pipetta con un piccolo stortino *x* pieno per metà di sangue appena estratto. Chiusi i due rubinetti *a v*, si riempie la pipetta di mercurio, indi raccolto il sangue nello stortino *x*, si abbassa il bicchiere *c* e la pipetta si svuota; allora si apre il rubinetto *a* e si riscalda per un certo tempo lo stortino a 40° o 50°; indi si chiude il rubinetto *s*, si apre il rubinetto *v*, ed elevando il bicchiere si fa scendere il mercurio nella pipetta e si costringe il gas sprigionato ad entrare nell'eudiometro; si chiude poscia il rubinetto *v*, e si ripete più volte l'operazione fino a che si sprigiona del gas dal sangue, che si analizza nell'eudiometro. Questo gas si può rendere secco mettendo dei tubi pieni di pomice solforica fra lo stortino e la pipetta.

» *190*. Apparecchio di Weyrich per conoscere la quantità di acqua evaporata dalla pelle — *a* campanella di vetro, che si adatta bene sulla pelle, e che tiene il fondo metallico *s*, attraverso il quale passano due tubi *o x*, nel primo è allogato un termometro, il cui bulbo *o* rimane libero nella campanella, ed il secondo termina chiuso nella campanella ed il fondo è rivestito allo esterno da una cupoletta di oro lucido *e*; in questo secondo tubo scende un'altro termometro *v* e trovasi un'imbutino *s*. Si adatta l'orlo della campanella sulla pelle e dopo alquanto tempo si versa dell'etere a poco a poco nel tubo *x* mercè l'imbutino *s*; l'etere evaporandosi assorbe calore, e per ciò il vapore acqueo della campanella si precipita sulla cupoletta di oro; quando la precipitazione è completa si leggono i due termometri e si conoscerà la quantità relativa di vapore acqueo contenuto nella campanella, e quindi da apposite tavole si rileverà la quantità di vapore acqueo esalato dalla pelle nelle 24 ore.

» *191*. Misura del calore mediante la termopila ed il termomoltiplicatore — *a c a c* due fili, uno di ferro e l'altro di rame, i quali, oltre ad essere in relazione col galvanometro *o*, sono saldati per i loro capi e formano due aghi termoelettrici *x v*, di cui il primo s'introduce nelle parti del corpo ed il secondo nel ghiaccio in fusione *i*, di cui il termometro *s* indica il grado di temperatura costante. Qualunque squilibrio di temperatura ha luogo fra le due saldature metalliche *x* e *v* verrà indicato con grandissima precisione dal galvanometro.

192. Sezione schematica longitudinale del rene — *n* uretere — *e* pelvi renale — *i i i i* calici renali — *x x x* papille renali — *r r r* sostanza midollare — *u u u* sostanza corticale — *sss* tubi retti — *rrr* tubi contorti terminanti nelle capsule.

FUNZIONI ANIMALI

» *175.** Tipi diversi di apparecchio nervoso negli animali — *V* asse cerebro-spinale nei vertebrati — *A* sistema nervoso ganglionare regolare od in catena negli an-

Digitized by Google

nulosi — *M* sistema nervoso gangliouare sparso nei molluschi — *R* pentagono nervoso nei raggiati.

Fig. 176.° Dimostrazione della elettricità animale nervosa mediante il reoscopo fisiologico — *a* lastra di vetro — *i v* cuscinetti di carta svedese impregnati di soluzione di cloruro di sodio — *x* cuscinetto ponte — *n* nervo della coscia di rana *c*, che si adagia di traverso su due pezzettini di membrana testacea, che ricoprono gli estremi del due cuscinetti *i v*; ad ogni togliere e rimettere del cuscinetto ponte *x* si ha una contrazione nella coscia per lo squilibrio elettrico nel nervo.

» *177.*° Galvanometro e suoi annessi per gli esperimenti di Fisiologia — *o* galvanometro — *x x* le due estremità del filo galvanometrico, le quali terminano con due lamine di zinco amalgamato *z z*, che pescano nella soluzione di solfato di zinco contenuta nelle due vaschette *v v* — *e e* due cuscinetti di carta svedese sui quali poggia il nervo *n*; la corrente va nel filo dall'estremo che tocca la sezione longitudinale all'estremo che tocca la sezione trasversale.

» *178.*° Posizioni del nervo al galvanometro — *a b* posizioni d'inattività — *c d* posizioni di media attività — *e* posizione di massima attività.

» *179.*° Cilindro di rame ricoperto da un cilindro di zinco; la corrente nel mezzo conduttore va dal primo al secondo metallo, e quindi dalla superficie longitudinale alla trasversale.

» *180.*° Ipotesi della costituzione elettrica del nervo; in un mezzo conduttore trovansi disposti in serie le molecole peripolari, costituite ciascuna da una zona equatoriale positiva e da due zone polari negative, per cui la sezione longitudinale del nervo riesce positiva riguardo alle sezioni trasversali.

» *181.*° Una molecola elettrica peripolare divisa in due mniecole bipolari, ciascuna delle quali è mobile.

» *182.*° Polarizzazione delle molecole elettriche del nervo sotto l'influenza della corrente elettrica; le metà positive delle molecole sono tutte rivolte verso il polo negativo della pila, e viceversa.

» *183.*° Fase elettrotonica positiva; si ha aumento nella deviazione dell'ago galvanometrico, giacchè la corrente aggiunta va nello stesso verso della corrente propria del nervo.

» *184.*° Fase elettrotonica negativa; si ha diminuzione nella deviazione dell'ago, stante che la corrente aggiunta va in senso inverso alle corrente propria del nervo.

» *185.*° Elettrotono indotto; il nervo percorso dalla corrente della pila induce nel nervo vicino una polarizzazione in senso inverso.

» *186.*° Apparecchio per dimostrare la legge di contrazione di Pflüger — *P* pila alla Bunsen — *R* reocordo, costituito da due fili di platino *c d*, riuniti da un tubo *m* pieno di mercurio, che può scorrere da un capo all'altro degli stessi — *a b* elettrodi della pila in relazione coi due fili del reocordo, il filo *b* può essere interrotto mediante l'interruttore *I* — *e f* fili che mettono in comunicazione il reocordo col commutatore *C* — *g h* elettrodi impolarizzabili — *x y* nervo col suo muscolo. Il reocordo serve a far variare l'intensità della corrente, il commutatore serve ad invertirne la direzione sul nervo, e l'interruttore serve per aprire e chiudere il circuito.

» *187.*° Schema di un'apparecchio elettromagnetico per la Fisiologia e per la Elettroterapia — *P* pila alla Bunsen — *R* rocchello inducente a filo corto e grosso — *R'* rocchello indotto a filo lungo e sottile — *o o* cilindro di ferro dolce, che diviene calamita temporanea al passaggio della corrente — *r* ancora di ferro

Digitized by Google

dolce che viene attratta dalla elettrocalamita, staccandosi dalla vite *v*, e quindi rompendo il circuito primitivo; in tal caso si sviluppa la corrente d'induzione in *N'*; ma il cilindro o *o* cessando di essere calamita, respinge l'ancora *r* contro la vite *v*, e così si ricompone il circuito primitivo — *ss'* elettrodi del rocchello indotto per ricevere la scarica d'induzione all'apertura e chiusura del circuito primitivo — *t t'* elettrodi per ricavare l'extracorrente dal rocchello *R* ad ogni aprire e chiudere del circuito della pila; riunendo con un conduttore l'estremo *t* con l'estremo *s'*, si può dagli altri due elettrodi *t' s* ricavare la corrente mista.

*Fig. 188.** Apparecchio per determinare la velocità dell'eccitamento nel nervo—*s* nervo col suo muscolo *a*—*y* pila riunita all'apparecchio d'induzione *nn*, e all'interruttore *m*—*o* pila riunita al galvanometro *x* e all'interruttore *m*. Per l'esperimento si procede nel modo seguente: applicati gli elettrodi d'induzione sul nervo in *k*, si eslea il manubrio *s* sull'interruttore *m*, in tal modo si chiude il circuito galvanometrico e si apre il circuito della pila *y*; immantinenti una scarica d'induzione colpisce il nervo, il muscolo si contrae ed il peso *p* si solleva, aprendo così il circuito del galvanometro; il grado di deviazione dell'ago indica il tempo scorso fra l'applicazione dello stimolo sul nervo e la contrazione muscolare. Applicando gli elettrodi d'induzione sul nervo in *t*, e ripetendo l'esperimento, si nota come la seconda deviazione dell'ago è minore della prima, avendo l'eccitamento dovuto percorrere un minor tratto di nervo per giungere al muscolo, e così si arguisce il tempo impiegato dallo stimolo a percorrere un dato tratto di nervo.

» *189.** Linea di contrazione—*as* irritazione latente—*sx* energia crescente—*xu* energia decrescente.

TAVOLA IX.

» *190.** Lingua e suoi nervi—*c* osso loide—*a* mascella inferiore—*i* lingua—*y* n. linguale del trigemino, i cui ultimi filetti si distribuiscono alle papille coniche e claviformi (*sss ooo*) del corpo e dell'apice—*n* ramo linguale del glosso-faringeo i cui rami si distribuiscono alla mucosa della base e dei margini della lingua, specialmente alle papille circumvallate *xxx*.

» *191.** Schema dell'organo dell'udito allo stato di massima semplicità — *a* condotto acustico pel quale giungono le onde sonore—*c* membrana del timpano — *xx* cassa piena di liquido e tesa, sulle cui pareti si diramano gli ultimi filetti del nervo acustico. Le vibrazioni sonore dell'aria si trasmettono alla vescica acustica *x x* mediante il timpano ed il liquido perivescicolare; una volta messa in vibrazione la parete della vescica, vibra pure il liquido introstante, e con esso i nervi.

» *192.** Schema dell'organo dell'udito come si trova nell'uomo — *c* padiglione — *a* condotto acustico esterno—*i* membrana del timpano—*s* cassa del timpano—*v* finestra ovale — *x* estensi di ossicina, di cui mentre il martello è fissato al grande timpano, la staffa colla sua base si fissa al piccolo timpano della finestra ovale—*t* tromba di Eustachio—*o* finestra rotonda—*s* vestibolo — *e* canale semicircolare—*y* coclea con la rampa vestibolare *r* e con la rampa timpanica *u* — *n* nervo acustico diviso nella branca vestibolare *b* e nella branca cocleare *m*.

Fig. 193. Immagini di Purkinje e Sanson—*a* candela accesa — *c c* campo pupillare ingrandito—*i* immagine della faccia anteriore della cornea—*o* immagine della faccia anteriore della lente — *v* immagine della faccia posteriore della lente.

» *194.* Occhio schematico ingrandito (sezione con un piano orizzontale antero-posteriore)—*a* sommità della cornea—*ss* sclerotica — *c c* canale di Schlemm — *ii* coroidea—*uu* iride—*nn* porzione ciliare coi suoi muscoli — *rr* retina — *o* nervo ottico—*u* sua papilla infossata nel centro, ove cioè corrisponde il punto cieco—*m* umore vitreo — *k* cristallino (la linea punteggiata indica la sua forma durante l'accomodazione)—*ee* camera anteriore coll'umore acqueo—*x* m. retto esterno— *y* m. retto interno —*pq* asse ottico principale — *al* asse visivo formante un'angolo di 5° con l'asse ottico *b* —, centro di figura del globo oculare — *hh'* punti principali del sistema —*zz'* punti nodali — *f'f* fochi principali, anteriore e posteriore (l'ultimo corrisponde nella macula lutea *d*).

» *195.* Formazione dell' immagine di un punto luminoso situato sull' asse ottico in un sistema diottrico—*as* asse ottico —*co* superficie curva refrangente—*p.p.* piano principale—*p.n.* punto nodale *p.f.a.* piano focale anteriore—*p.f.p.* piano focale posteriore—*dv* raggio incidente—*vu* raggio refratto.

» *196.* Formazione dell'immagine di un'oggetto collocato fuori l'asse ottico (secondo la spiegazione nel testo a pag. 254).

» *197.* Accomodazione — *a* posizione e curvatura della faccia anteriore del cristallino durante il massimo dell' accomodazione — *c* forma del cristallino durante il riposo dell'accomodazione—*e* cornea —*h* canale di Schlemm o di Fontana — *xy* regione ciliare, in cui si nota il muscolo ciliare costituito da fibre liscie longitudinali *o* e da fibre circolari *a*—*rr* iride— *i* camera anteriore — *zz* zona di Zinn—*vv* canale di Petit.

» *198.* Tre tipi principali di forma dell' occhio — *E* occhio emmetropico, in cui i raggi paralleli s'incontrano proprio sulla retina—*B* occhio brachimetropico in cui i raggi paralleli s'incontrano allo innanzi della retina (*miopia*), che si corregge mediante lenti biconcave—*I* occhio ipermetropico in cui i raggi paralleli s'incontrano allo indietro della retina, difetto che si compensa mediante lenti biconvesse.

» *199.* Oftalmoscopia—*a* occhio osservando—*b* occhio osservatore—*i* candela accesa la cui luce cadendo sullo specchio concavo *s*, viene riflessa e concentrata sull'occhio *a*, il cui interno sarà visto per ciò illuminato dall'occhio *b* — *r* lente biconvessa, che serve per rinoire l' immagine *x* in *e*, che è più piccola e più precisa.

» *200.* Spazio visuale binoculare (secondo la spiegazione nel testo a p. 266).

» *201.* Teoria dei punti identici—*xy* le due retine divise mediante meridiani orizzontali e verticali in tanti spazii identici.

» *202.* Distribuzione schematica dei nervi ottici nei due occhi — *o* nervo ottico destro dietro del chiasma—*o'* nervo ottico sinistro dietro del chiasma; il primo anima la metà destra dell'occhio destro *d* e la metà destra dell'occhio sinistro *s*; invece il secondo provvede la metà sinistra dell'occhio destro *d* e la metà sinistra dell' occhio *s* (ciò per la spiegazione dei punti identici).

» *203.* Oroptero (v. spiegazione nel testo a pag. 269).

» *204.* Giudizio sulla profondità (v. spiegazione nel testo a p. 269).

» *205.* Stereoscopio (v. spiegazione nel testo a p. 269).

» *206.* Figure di Zöllner.

» *207.* Sezione antero-posteriore verticale della palpebra superiore dell'uomo—*p* pelle—

Digitized by Google

m mucosa congiuntivale — o muscolo orbicolare, le cui ultime porzioni c abbracciano i dotti escretori della glandule del Meibom i — a ciglio con la corrispondente glandula sebacea s.

Fig. 208. Apparecchio lagrimale — g glandula lagrimale con i suoi dottolini escretori che si aprono nel sacco congiuntivale o — v lago lagrimale — i e punti lagrimali — su canaletti lagrimali — c sacco lagrimale — n canale nasale.

TAVOLA X.

» 209. Esempii di leve nel corpo umano (v. p. 284).

» 210. I tre generi di leva realizzati nel piede in tre movimenti diversi.

» 211. Stazione eretta, e potenze muscolari che la sostengono (v. pl. 287).

» 212. Schema di un'articolazione — a e due ossa che si articolano — v a cartilagini laline d'incrostazione — c capsula articolare fibrosa — e epitelio che riveste la faccia interna della capsula articolare e le cartilagini d'incrostazione — u cavità articolare (molto ingrandita nello schema) contenente la sinovia.

» 213. Sezione trasversale del midollo spinale — o solco anteriore — i solco posteriore — e cordone anteriore — a cordone laterale — a cordone posteriore — u radice anteriore — u radice posteriore col suo ganglio s — n nervo misto spinale.

» 214. Schema della disposizione delle fibre nell' asse cerebro-spinale — a cordone anteriore spinale — m cordone laterale spinale — p cordone posteriore spinale — c cervelletto — m ponte di Varolio — s o corpi quadrigemelli — b peduncolo cerebrale — g talamo ottico — f corpo striato — e cervello — (V. p. 313).

» 215. Midollo allungato col suo quarto ventricolo, in cui si notano nella linea mediana due punti a o, nel primo dei quali una puntura viene seguita da semplice poliuria, invece nel secondo una puntura è cagiona di diabete mellito.

» 216. Distribuzione delle tre branche del trigemino — a prima branca — b seconda branca — c terza branca — o nervi cervicali anteriori — m nervi cervicali posteriori.

FUNZIONI RIPRODUTTIVE

» 217. Schema dell' apparecchio genitale maschile — a testicolo — b coni dell' epididimo — c c canale deferente — o idatide di Morgani — a organo di Giraldès — s rasi aberranti di Haller — e vescicola spermatica — x dotto eiaculatore — p prostata — r vescichetta prostatica — v vescica urinaria — i uretra munita del suo corpo cavernoso u — m muscolo di Wilson — u glandula di Cooper.

» 218. Primi cangiamenti dell' uovo dopo la fecondazione — i area germinativa veduta di prospetto — g la stessa veduta in sezione — u chorion villoso — s foglietto esterno del blastoderma — v area opaca — r area trasparente — x doccia primitiva — f chorion villoso — a a' estensione dell' area germinativa — e foglietto esterno ed epidermoidale animale — g foglietto medio o motorio-germinativo — o foglietto interno od epiteliale vegetativo — o vitello embrionale — o doccia primitiva.

» 219. Abbozzo del corpo embrionale dall' area germinativa — e foglietto esterno —

m foglietto medio — y foglietto interno — r pagina animale — z pagina vegetativa — u cavità pleuro-peritoneale — a doccia midollare — e doccia intestinale — v corda dorsale — s s masse subprismatiche — i i corpi di Wolff — x x aorte primitive.

Fig. 220. Annessi dell'embrione — f b corpo embrionale — o foglietto esterno — y foglietto medio — z foglietto interno — u cuore — i intestino — o dotto omfalo-meseraico — v vescicola ombelicale — s s allantoide — m m punti ove il foglietto esterno o sieroso del blastoderma si riflette per formare il sacco amniotico x — a a villi del chorion villoso che si atrofizzano — c c c villi, muniti di anse vasali dell'allantoide, che si sviluppano per formare la placenta fetale.

» 221. Corpi di Wolff — a b i due corpi di Wolff formati da tubi trasversali secretori e da due tubi escretori i i, che mettono nell' allantoide o — s s dotti di Müller con le loro vescichette terminali v v — u x glandule genitali neutre.

» 222. Formazione delle membrane decidue — m m m parete muscolare dell' utero — d d d decidua vera — r decidua riflessa — s decidua serotina — e collo dell'utero chiuso da muco gelatinoso — p perione — e embrione — a a amnios — o vescicola ombelicale — x allantoide e placenta fetale.

» 223. Sviluppo dell' asse cerebro-spinale — e canale midollare — p prosencefalo — m mesencefalo — e epencefalo — x emisferi cerebrali — o cervello — i bulbo — v ponte di Varolio.

» 224. Vertebra embrionale costituita dallo incontro delle due masse o o — x corda dorsale — i i emato-apofisi — e e nevro-apofisi — v membrana reuniens superior — v canale per il midollo spinale.

» 225. — 226. Sviluppo della faccia — a apertura orale — 1.° 2.° 3.° 4.° archi branchiali — o occhio — i s processo mascellare superiore — v regione frontale — x processo emanato dalla fronte per formare il naso — e fessura auditiva.

» 227. Sviluppo dell' occhio — o v ciava ottica emanata dal mesencefalo — a peduncolo della ciava — e epidermide — o cristallino — b cavità dell'umor vitreo.

» 228. Rene costituito da renuncoli, e sormontato dalla capsula surrenale.

» 229. Sviluppo del cuore — a cuore tubulare primitivo — o lo stesso piegato nella porzione ventricolare — e lo stesso nella sua disposizione definitiva — i porzione arteriosa — o porzione ventricolare — v porzione venosa.

» 230. Circolazione dell' area vascolare — a v embrione — o cuore — x y area vascolare estesa sulla vescicola ombelicale s — e dotto omfalo-meseraico accompagnato dalle due arterie e dalle due vene dell' area vascolare — i archi branchiali arteriosi.

» 231. Sviluppo delle arterie — x periodo primitivo — y periodo di sviluppo più avvanzato — a bulbo arterioso — 1.° 2.° 3.° 4.° 5.° archi arteriosi branchiali (i tre primi soltanto sono permanenti — v origine della carotide esterna — u origine della carotide interna — s i due aorte primitive riunite in m — s origine della succlavia — e bulbo arterioso — t dotto di Botallo — n origine dell' arteria pulmonare — p aorta permanente — h aorta che si atrofizza — k succlavia — r r intervertebrali — o o ascellari — g carotide interna — f carotide esterna.

» 232. Sistema della vena ombelicale — a fegato — v intestino — xy vena ombelicale — o vena mesenterica — i vasi adveenti — s vasi reveenti — o dotto venoso di Aranzio — r vena cava inferiore — e atrio destro del cuore.

» 233. Schema della circolazione placentare — a seno destro del cuore — b seno sinistro — o ventricolo destro — d ventricolo sinistro — e arteria aorta — f arterie per la

testa e per gli arti superiori — *g* arterie per il resto del tronco e per gli arti inferiori — *m t* capillari del corpo — *l o s* vene della diverse parti del corpo che si aprono nel seno destro — *i* arteria pulmonare — *n* capillari del pulmone — *k* vene pulmonari — *h* dotto di Botallo — *p* arteria ombelicali — *q* placenta — *r* vena ombelicale — *v* forame di Botallo (le frecce indicano il corso del sangue).

Fig. 234. Sviluppo del tubo digerente — *e* esofago — *v* ventricolo — *t t* duodeno ed intestino tenue — *c* cieco — *i* residuo della vescicola ombelicale — *s s* colon — *r* retto. (N.B. — La disposizione delle diverse parti della figura deva supporsi invertita fra il lato destro ed il sinistro).

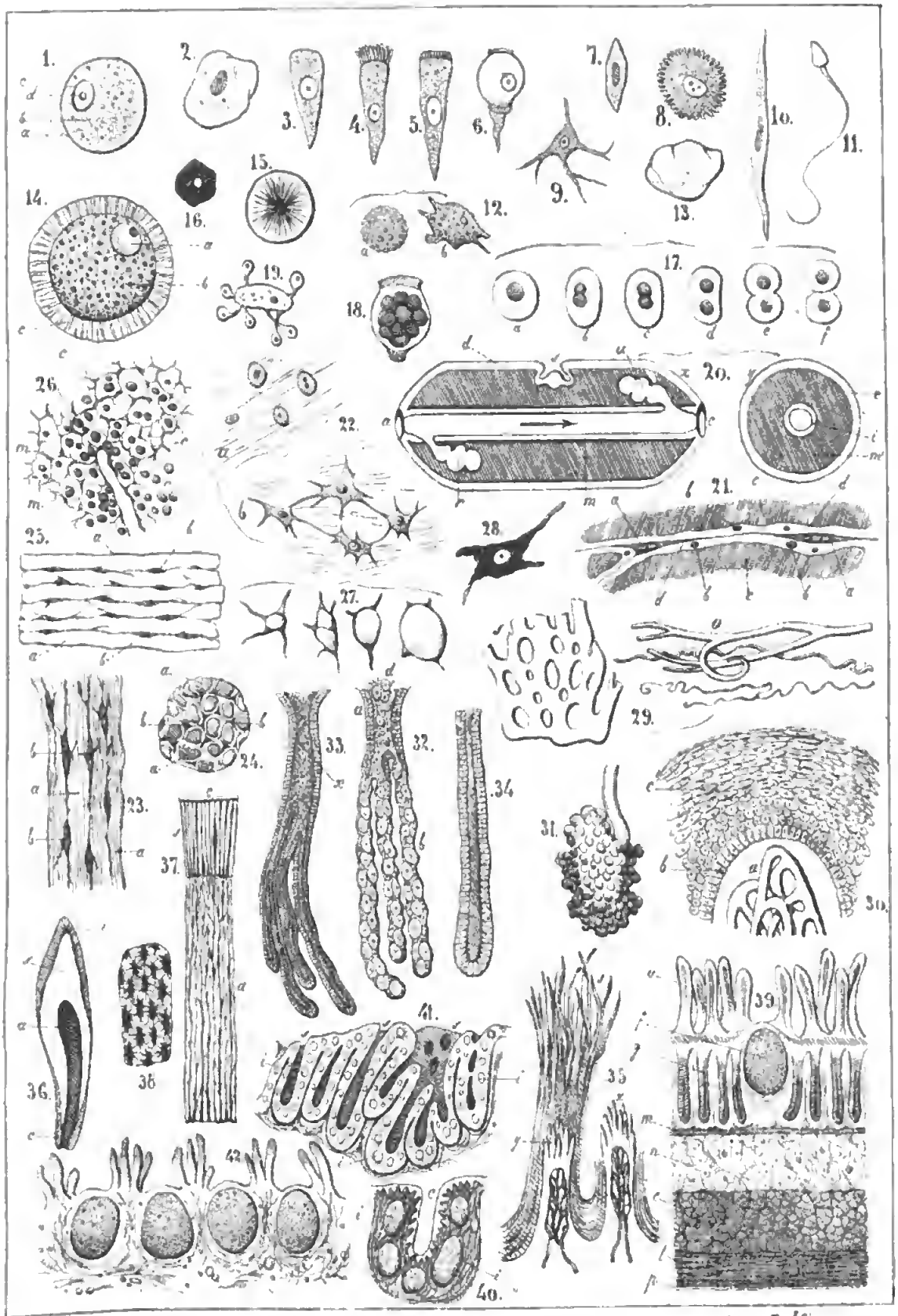
» 235. Sviluppo del peritoneo — *a* parete anteriore dell'addome — *x* parete posteriore — *c c* cavità addominale — *f* fegato — *s* stomaco — *p* pancreas — *v* colon trasverso — *i* intestino tenue — *o* grande omento — *r* retro cavità dell' epiploon.

» 236. Sviluppo dei genitali interni, a destra per la femmina ed a sinistra per il maschio — *z* ovario — *t* tromba con il suo padiglione *p* e con la sua piccola idatide di Morgagni *n* — *v v'* utero ed alto fondo della vagina — *e x y* residui del corpo di Wolff, che costituiscono il paraovario — *o* testicolo — *i* epididimo — *u* deferente con un vase aberrante di Haller *r* — *s* vescicola prostatica — *ac* residuo del dotto di Müller.

FINE DELLA SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

516913

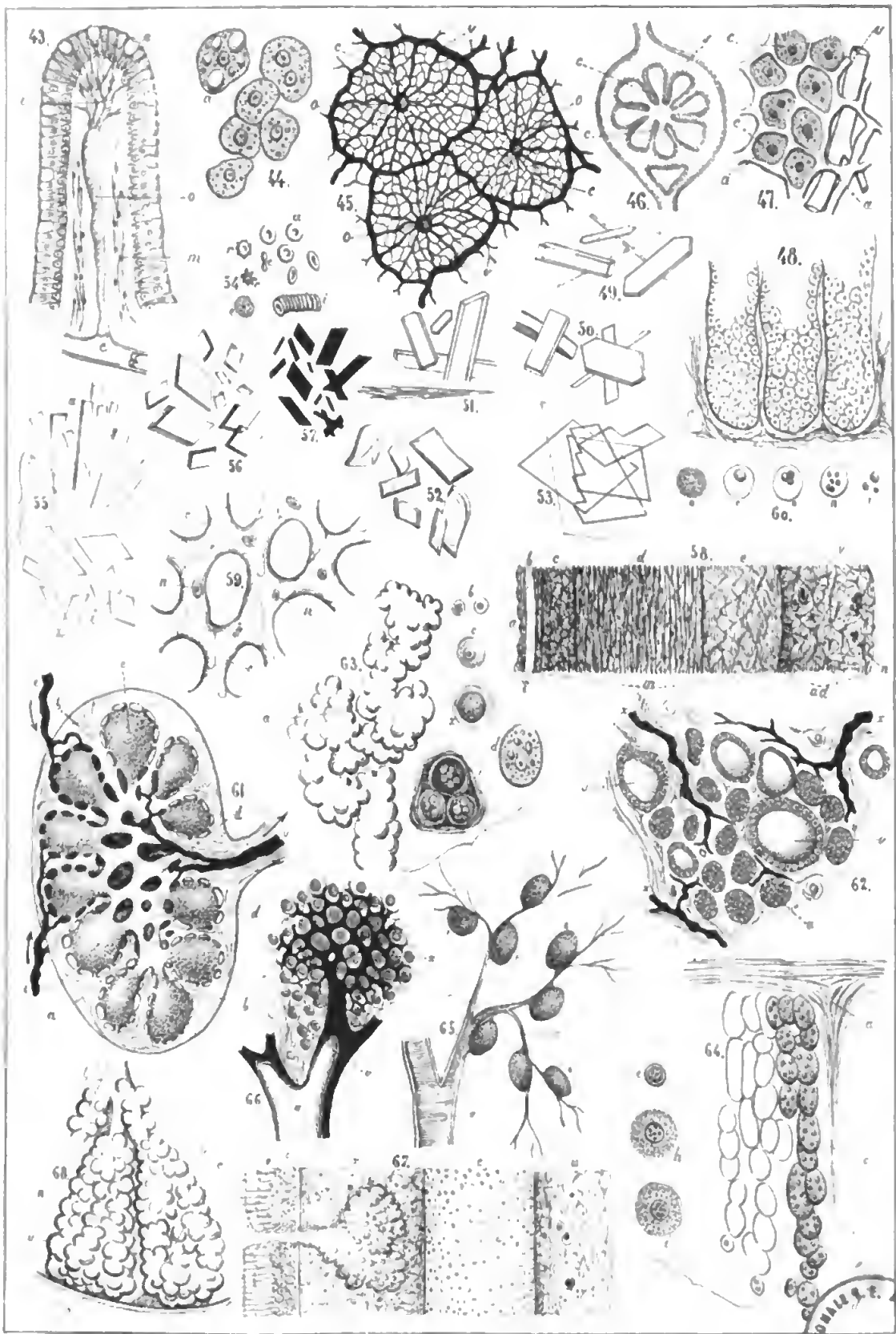
Digitized by Google



Renzone dis. Lit. Dolfino

Digitized by Google

Digitized by Google



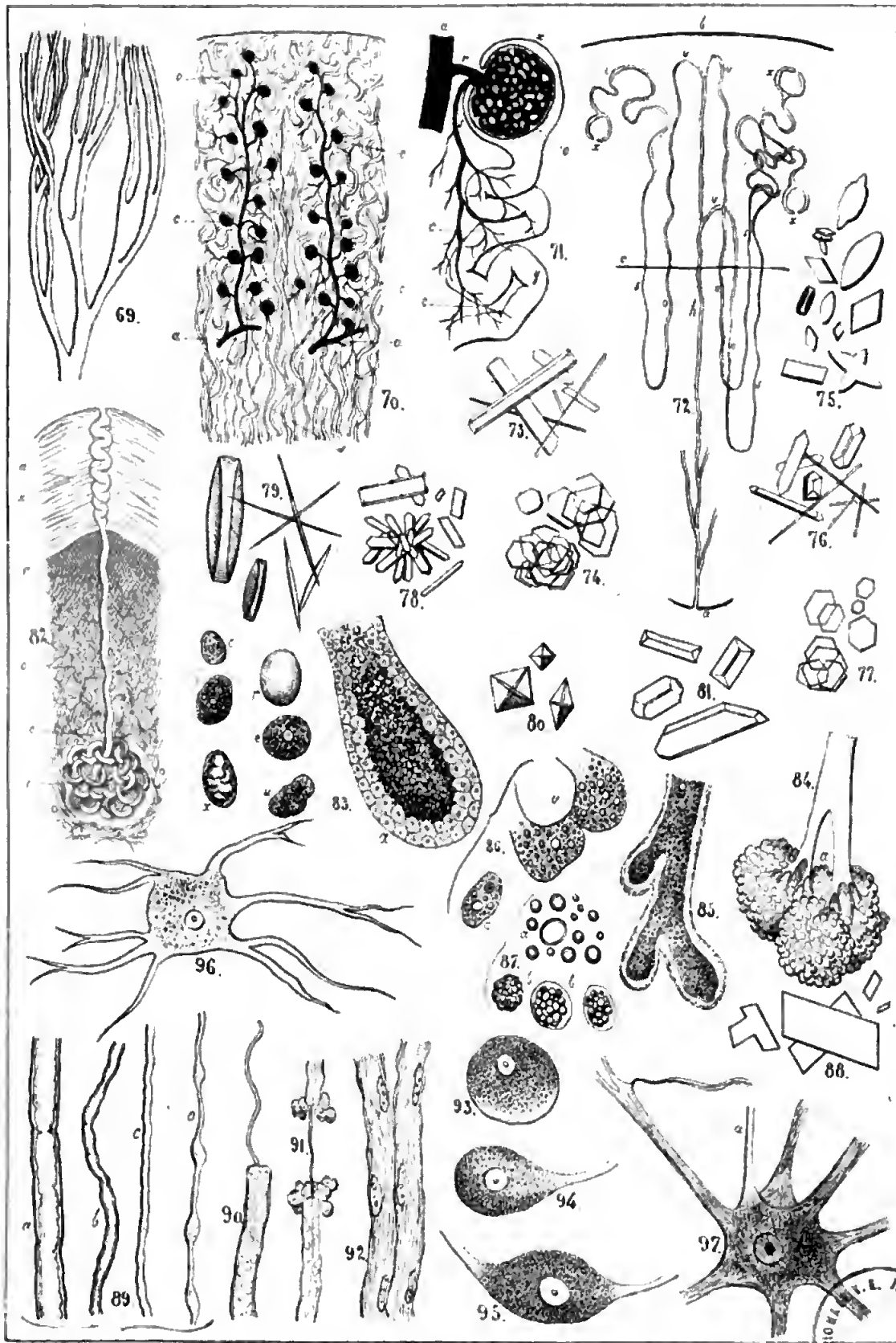
Fenzone dis

Lit Dolfi

BIBLIOTECA NAZIONALE

Digitized by Google

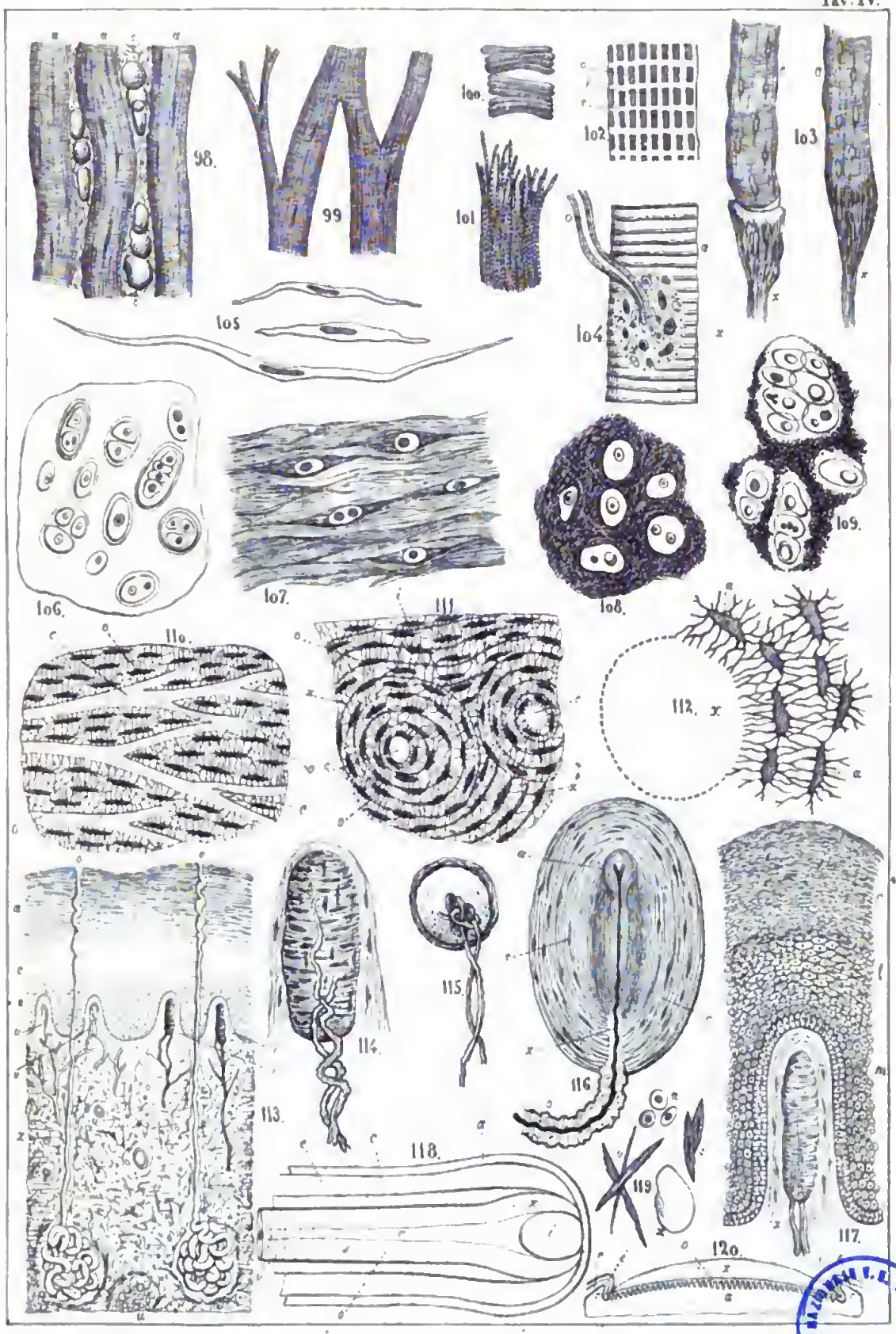
Digitized by Google



Benzone dis. *Lit. Dolfino*

Digitized by Google

Digitized by Google

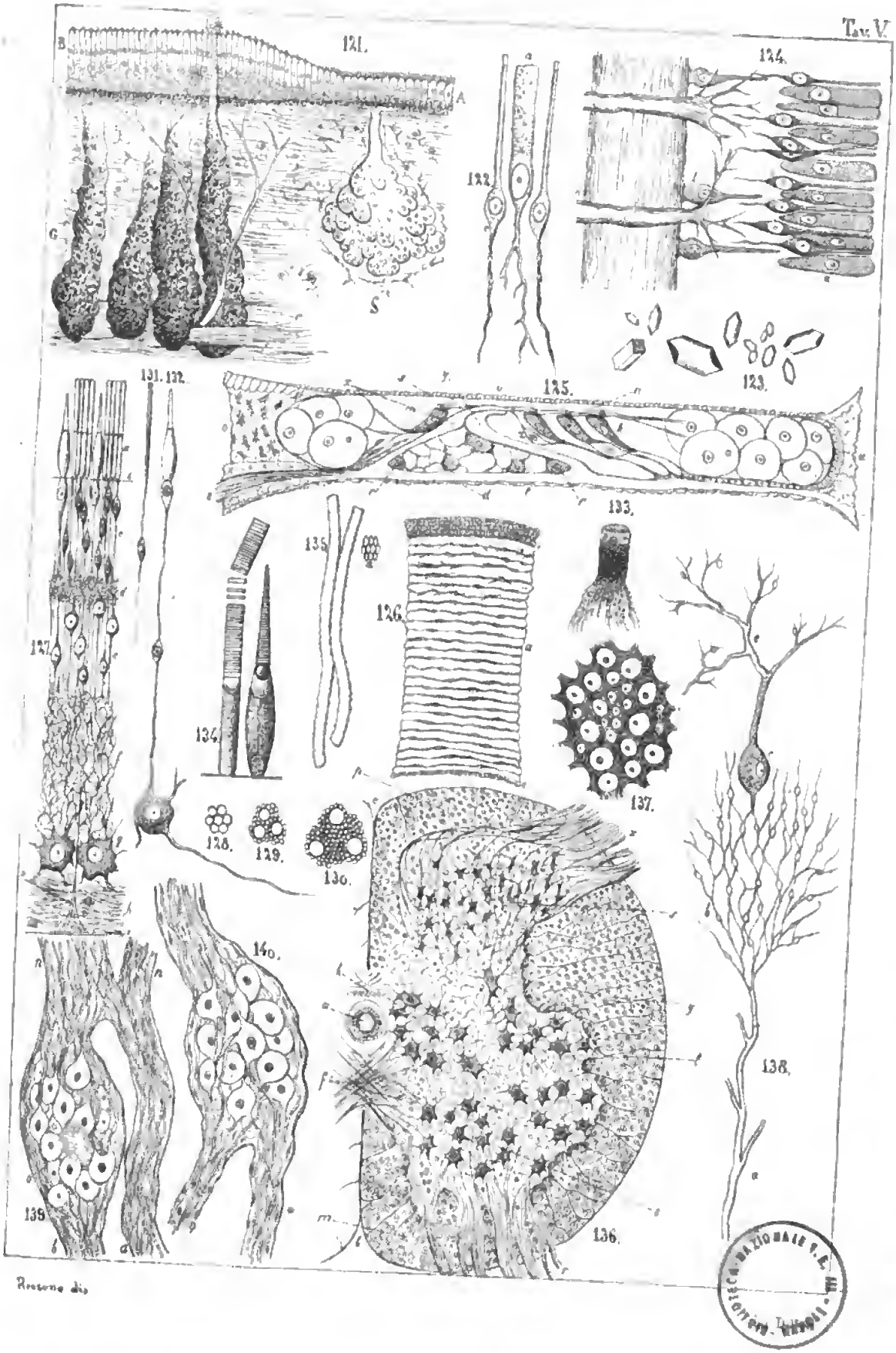


Renzone dis.

Lit. Dorfstio

Digitized by Google

Digitized by Google

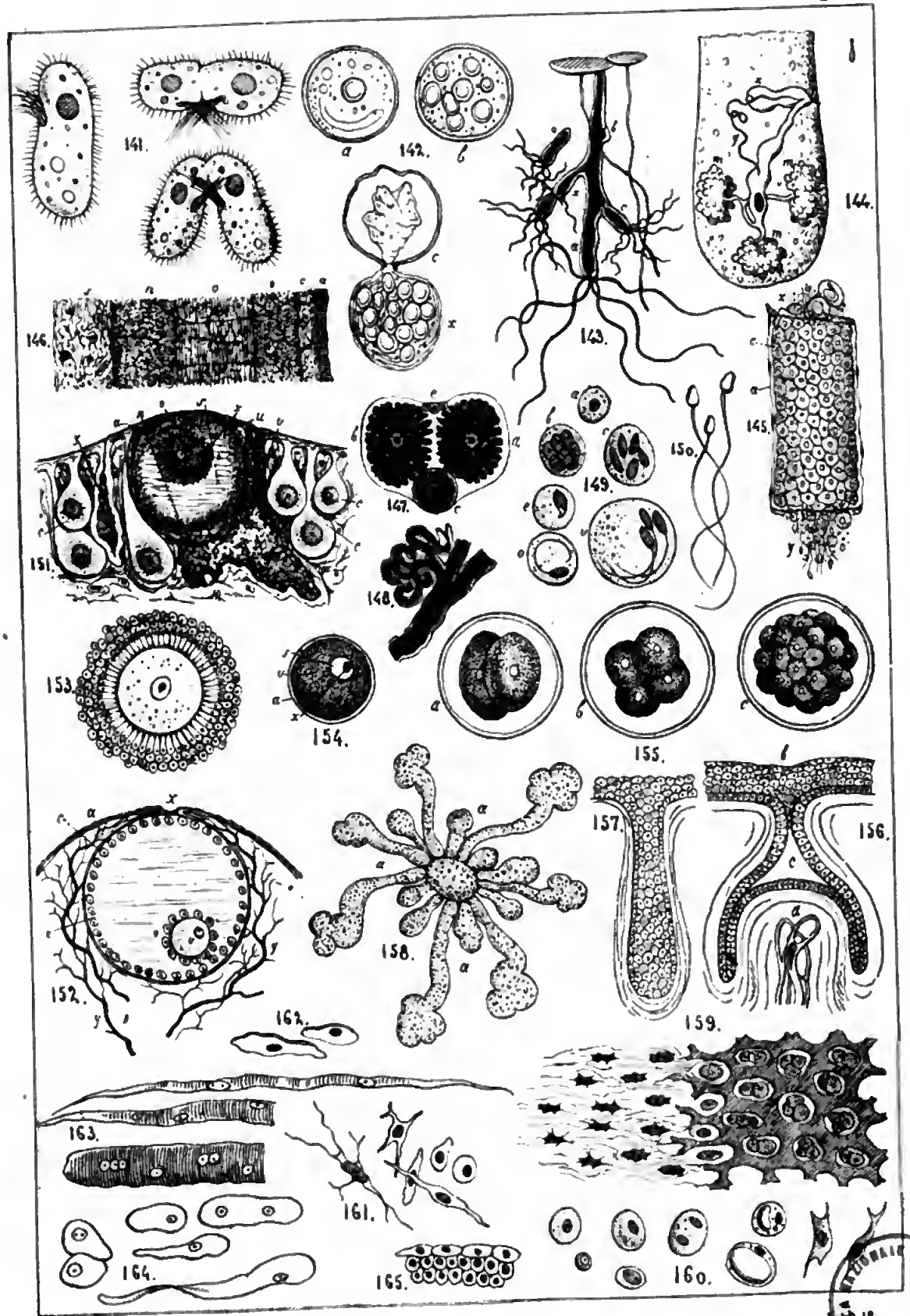


Rossone dis.

BIBLIOTECA NAZIONALE V. E. III

Digitized by Google

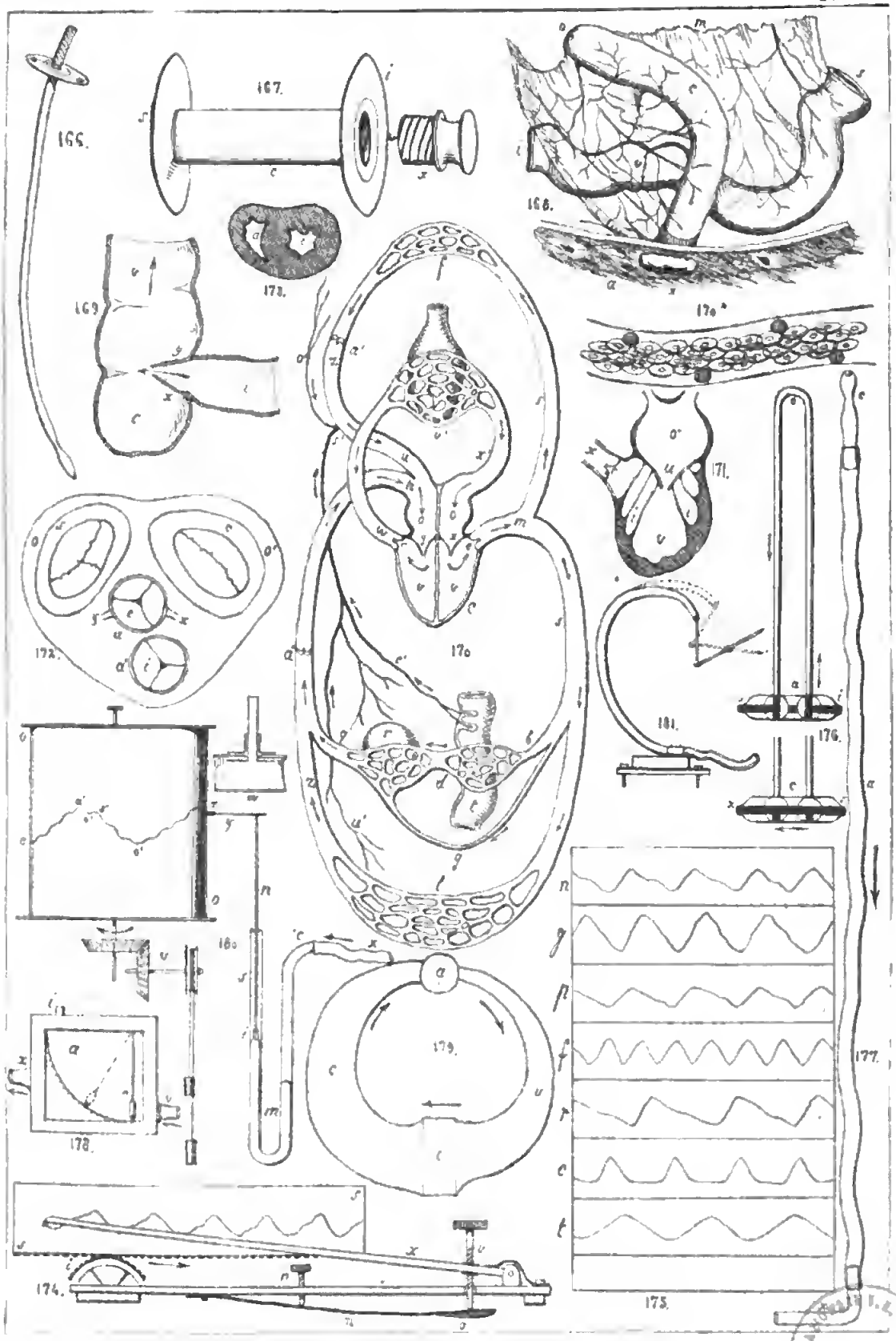
Digitized by Google



Renzone dis.

Digitized by Google

Digitized by Google

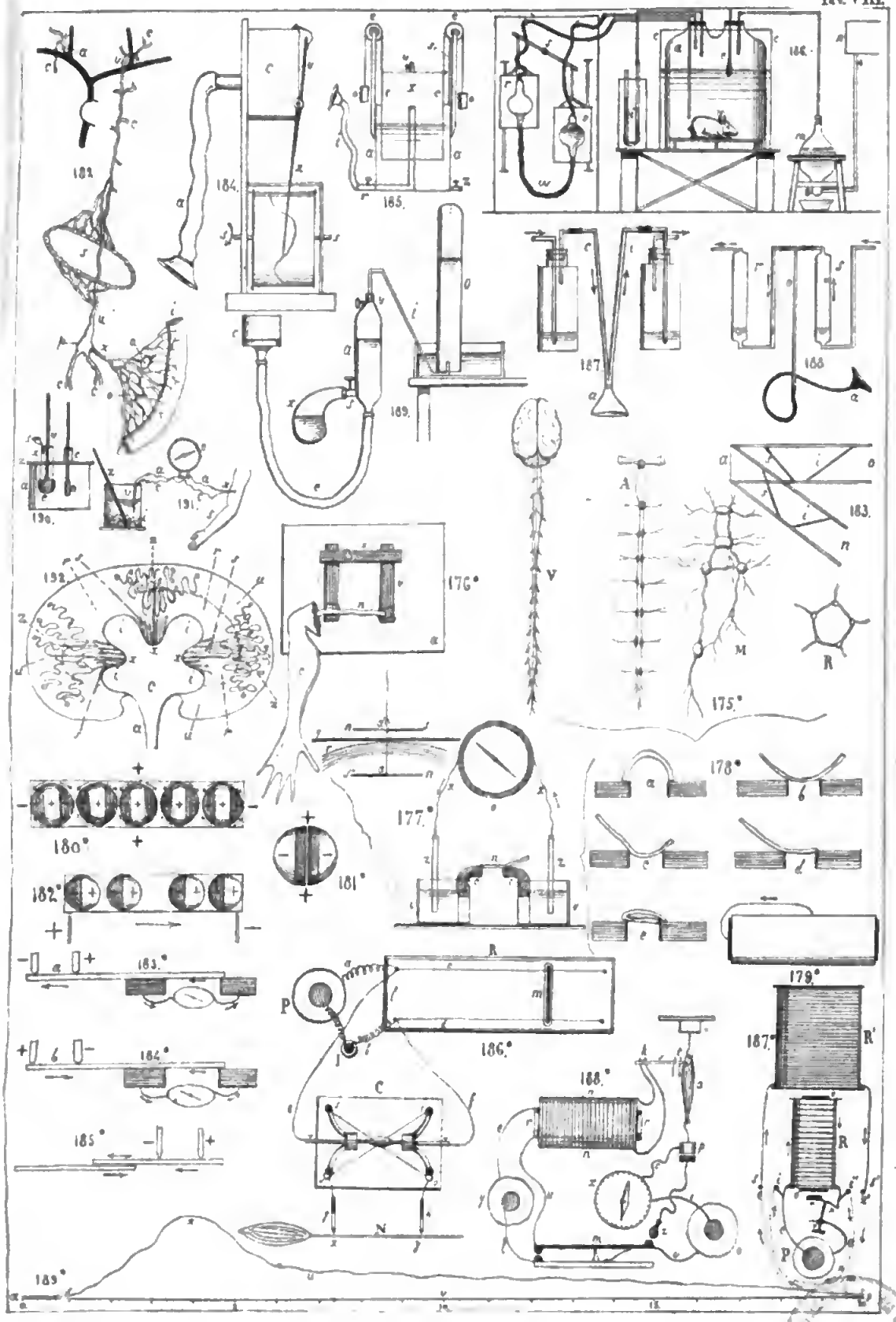


Renesme dis.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tav. VIII.

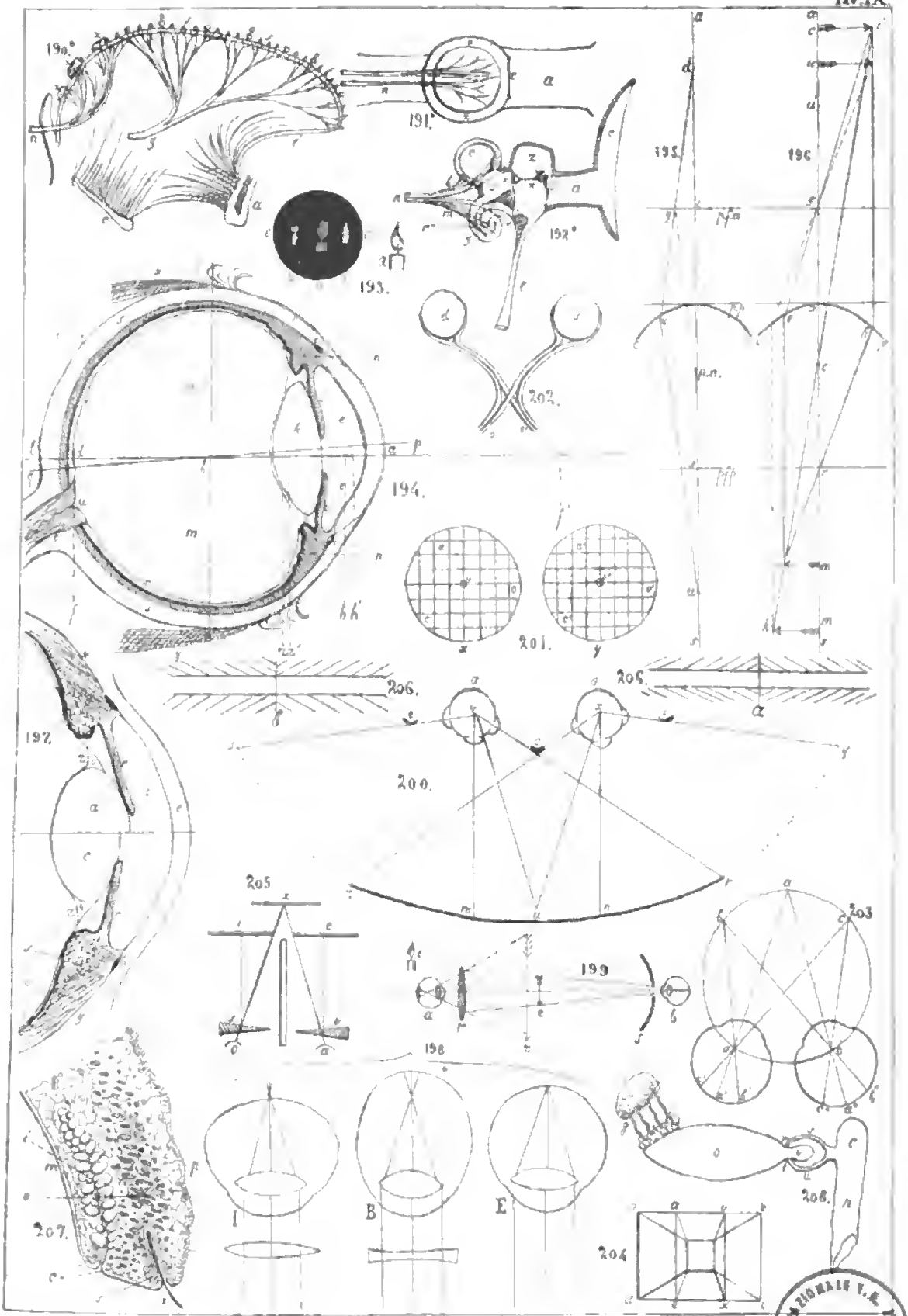


Ransone dis.

Lit. Dolfino

Digitized by Google

Digitized by Google

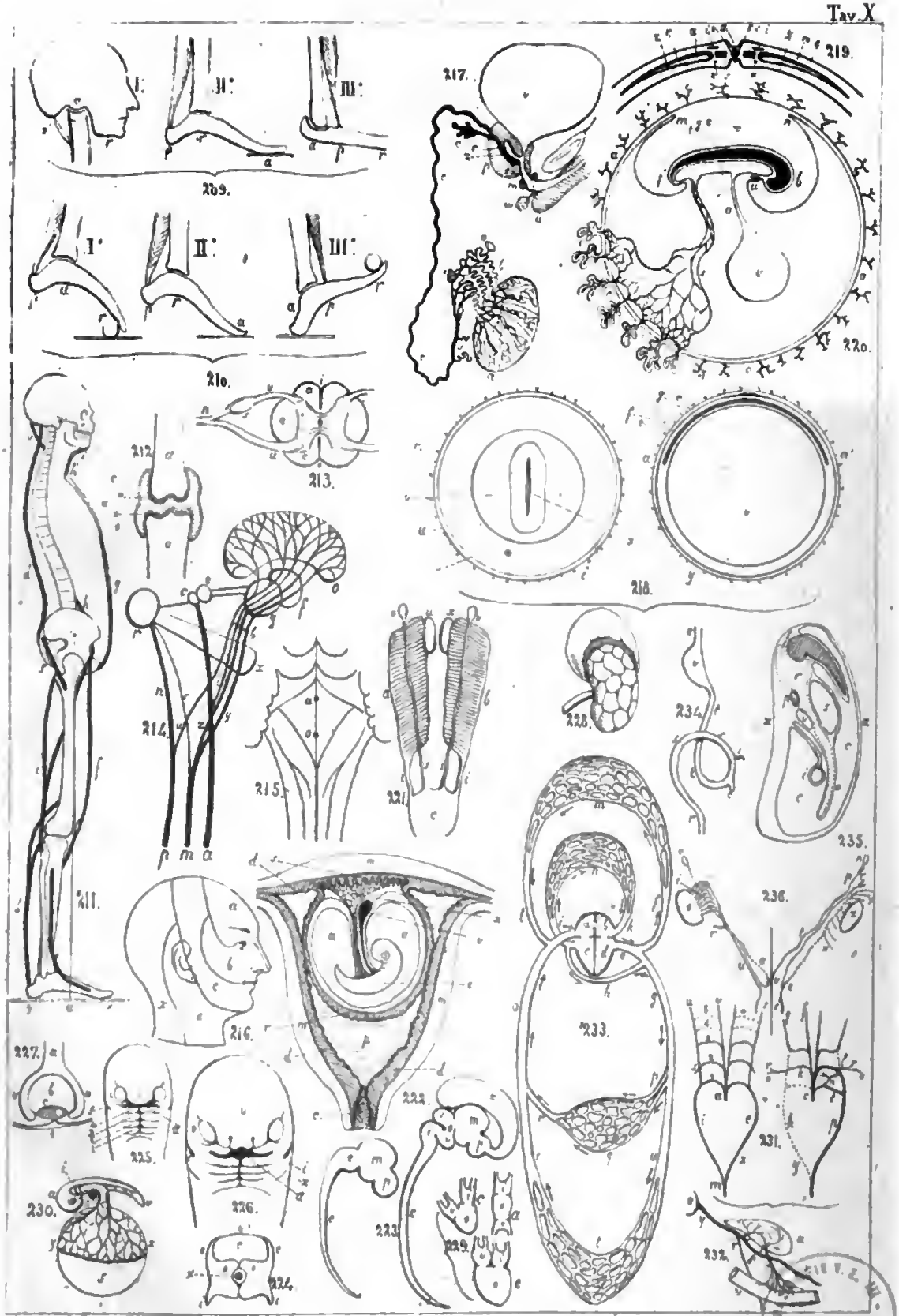


Renzone dis.

BIBLIOTECA NAZIONALE V. E. III - NAPOLI
Lit. Delfino

Digitized by Google

Digitized by Google



Armanni dis.

Lit. Dell'Uno

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google